

Tronco

A52 - TANGENZIALE NORD DI MILANO

Oggetto

Potenziamento interconnessione A4-A52 ramo di svincolo tra A4 dir. Torino e A52 dir. Rho e svincolo Monza S. Alessandro - Opera connessa Olimpiadi 2026

CUP:

-

Fase progettuale

PROGETTO ESECUTIVO

LA CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

LA CONCESSIONARIA



MILANO SERRAVALLE
MILANO TANGENZIALI S.p.A
IL DIRETTORE TECNICO
dott. ing. Giuseppe Colombo

Il progettista



Descrizione elaborato

SIA - STUDIO AMBIENTALE

-
Studio di Impatto Ambientale
Sezione 4 Quadro ambientale
Sezione 4.5 Salute umana

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	29/02/2024	EMISSIONE	G. Maffeis	M. Tomasin	M. Mariani
B	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-

Codifica elaborato

5	0	2	3	E	S I A	0 0 9 R	0	X	X	X	X	X	X	A
Codice				Fase	Ambito	Progressivo	Tipo	Lotto	Zona		Opera		Tratto	Rev

Scala

-

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA MILANO SERRAVALLE MILANO TANGENZIALI S.P.A.
OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.

THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF MILANO SERRAVALLE MILANO TANGENZIALI S.P.A.
UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTE BY LAW.

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	FINALITÀ DELL'ANALISI SPECIALISTICA	3
1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
1.3	METODOLOGIA DI ANALISI.....	3
1.4	FONTE INFORMATIVE UTILIZZATE	10
2	PRESSIONI ATTESE E AMBITO DI POTENZIALE INFLUENZA.....	11
2.1	AREA DI STUDIO.....	11
2.2	VALUTAZIONE DEI RISCHI PROGETTUALI	12
2.3	VALUTAZIONI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA	12
2.4	VALUTAZIONI SUL RUMORE	16
3	STATO DELLA COMPONENTE.....	20
3.1	CONTESTO TERRITORIALE E DEMOGRAFICO.....	20
4	EFFETTI POTENZIALMENTE ATTESI	38
4.1	EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI CANTIERE	38
4.2	EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI ESERCIZIO.....	39
5	MISURE DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE SUGGERITE.....	44
6	MISURE DI CONTROLLO DEGLI EFFETTI	45
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	46

1 PREMESSA

1.1 FINALITÀ DELL'ANALISI SPECIALISTICA

L'obiettivo della presente analisi consiste nella valutazione dell'impatto sulla salute umana dell'opera in esame. Lo scopo è valutare la protezione e promozione della salute della popolazione, affinché le scelte progettuali garantiscano il benessere complessivo degli individui, delle comunità e la sostenibilità del loro ambiente.

1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La metodologia presentata nei paragrafi successivi fa riferimento a quanto previsto e riportato nelle "Linee guida per la componente salute pubblica negli studi di impatto ambientale e negli studi preliminari ambientali" emanate da Regione Lombardia con D.G.R. X/4792 del 8 febbraio 2016.

Di seguito si riportano inoltre le procedure e linee guida riconosciute di livello nazionale e internazionale consultate per la stima e la valutazione dell'impatto dell'opera in progetto sulla salute umana per quanto riguarda il rischio inalatorio di sostanze tossiche:

- WHO, Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards, 2021
- WHO, WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulphur dioxide and carbon monoxide, 2021
- EPA, Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment), 2009
- EPA, Guidelines for Carcinogen risk Assessment, 2005
- OEHHA-CA-EPA, The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments, 2015
- ISPRA, Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA), 2016
- ARPAV - Assessorato delle Politiche Sanitarie Regione Veneto, Linee guida per la valutazione del rischio sanitario determinato da fonti di inquinamento ambientale, 2012.

Infine per la determinazione degli effetti nocivi sulla popolazione dovuti al rumore ambientale si è fatto riferimento alle seguenti linee guida:

- direttiva UE 2020/367 della Commissione Europea del 4 marzo 2020 che modifica l'allegato III della direttiva 2002/49/CE.
- WHO, Environmental Noise Guidelines for the European Region, 2018.

1.3 METODOLOGIA DI ANALISI

Con il termine Valutazione del Rischio s'intende la stima delle conseguenze sulla salute umana di un evento potenzialmente dannoso, in termini di probabilità che le stesse conseguenze si verifichino. La nozione di rischio implica quindi l'esistenza di una sorgente di pericolo e delle possibilità che essa si trasformi in un danno.

Nel presente approfondimento specialistico, sono state adottate le più recenti e aggiornate linee guida messe a disposizione da enti internazionali per la valutazione del rischio. Si riporta di seguito la metodologia utilizzata per quantificare i rischi derivanti dall'inalazione di sostanze tossiche o cancerogene e dall'esposizione al rumore ambientale.

1.3.1 RISCHIO INALATORIO

Per *Risk Assessment*, o valutazione del rischio sanitario, si intende un processo tecnico-scientifico che, correlando i dati tossicologici con il livello di esposizione, permette di stimare quantitativamente il rischio derivante dall'esposizione a sostanze tossiche o cancerogene. Per la valutazione si utilizzano coefficienti di rischio che collegano l'esposizione ad una probabilità di sviluppare un effetto avverso sull'organismo, che non si basano sulle caratteristiche della specifica popolazione in esame ma derivano da modelli tossicologici di laboratorio e portano ad ottenere un valore generico di rischio incrementale di malattia (nel caso di sostanze cancerogene) o indice di pericolo per il superamento delle dosi di riferimento (sostanze non cancerogene).

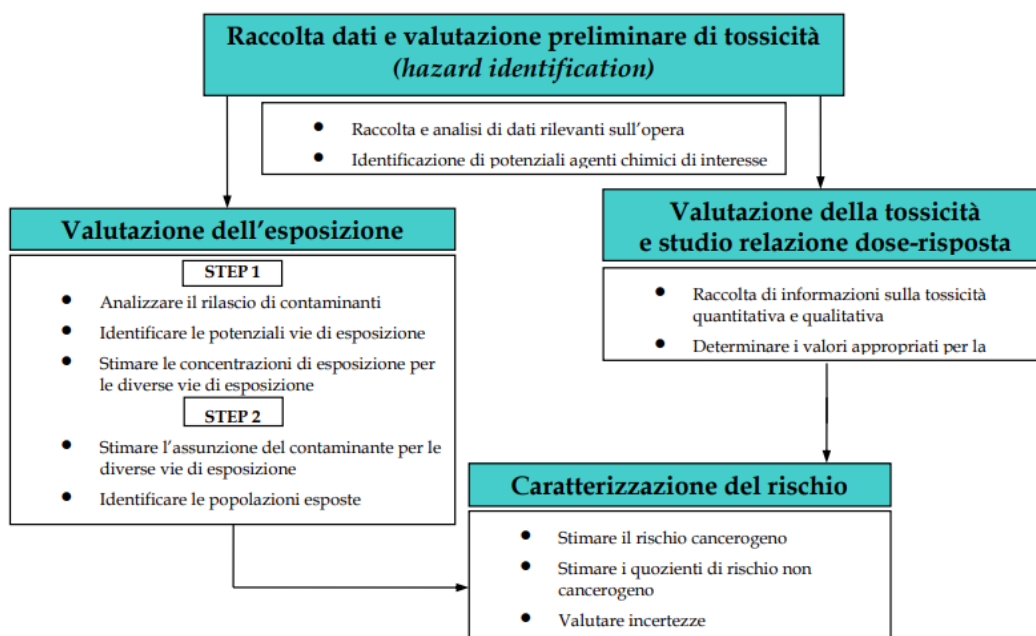
Nel *Risk Assessment* vengono in genere assunti due modelli molto diversi per le funzioni dose-risposta in funzione delle sostanze considerate:

- per le sostanze non cancerogene l'effetto avverso è descritto da una curva dose-risposta in genere di tipo non lineare, caratterizzata dall'esistenza di una soglia minima di non risposta o di non effetto, al di sotto della quale non si verificano effetti avversi per la salute
- per le sostanze cancerogene, sebbene non sia stato ancora provato con certezza, si ipotizza, per cautela, l'assenza di una soglia minima di non effetto, nel senso che qualsiasi esposizione, per quanto piccola, contribuisce all'incremento della frequenza di comparsa di malattie tumorali che già esistono e che colpiscono la popolazione con una loro frequenza naturale.

La metodologia correntemente utilizzata si articola in quattro fasi (Figura 1-1):

1. Identificazione del pericolo (Hazard Identification)
2. Valutazione della relazione dose-risposta (Dose-Response Assessment)
3. Valutazione dell'esposizione (Exposure Assessment)
4. Stima del rischio (Risk Characterization).

Figura 1-1 – Schema per la valutazione del rischio (Fonte: D.G.R. X/4792 del 8 febbraio 2016, Regione Lombardia)



1.3.1.1 Identificazione del rischio

Questo processo prevede la raccolta e l'analisi di tutti i dati del progetto necessari alla valutazione della salute umana al fine di identificare tutte le sostanze chimiche emesse e ritenute pericolose e/o rilevanti per la valutazione di rischio sanitario.

Partendo dai dati emissivi dello scenario di riferimento descritti nel paragrafo 2.2 relativo alla componente qualità dell'aria e clima del presente studio, sono state identificate tutte le sostanze pericolose (cancerogene e/o tossiche) elencate nella seguente Tabella 1.1.

Tabella 1.1 - Sostanze pericolose contenute nelle emissioni da traffico considerate nel presente studio.

Sigla	Sostanza
C ₆ H ₆	Benzene
PM	Particolato

1.3.1.2 Valutazione dell'esposizione

Tale valutazione ha lo scopo di stimare la rilevanza dell'esposizione corrente e/o potenziale della popolazione ai contaminanti chimici identificati, l'entità di tale esposizione e le modalità attraverso le quali le persone sono potenzialmente esposte.

Dato lo studio in esame, in cui si valutano gli effetti sulla salute degli inquinanti atmosferici correlati al potenziamento dell'interconnessione tra la tangenziale Nord di Milano (A52) e l'autostrada Torino-Venezia-A4, è stata considerata la sola via inalatoria di esposizione.

Per ogni sostanza presa in esame è stato quindi calcolato, sulla base dei dati di esposizione e sulla base delle conoscenze relative alla tipologia di popolazione esposta ed alla durata presumibile dell'esposizione, l'introito medio giornaliero. Tale indice rappresenta l'esposizione normalizzata sul tempo e sul peso corporeo espresso in mg di sostanza chimica per kg di peso corporeo al giorno ed è calcolata come segue:

$$LADD = \frac{C_{aria} \cdot B_o \cdot EF_g \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT \cdot 365 \frac{\text{giorni}}{\text{anno}}} \cdot 10^{-3}$$

dove:

LADD: 'Lifetime Average Daily Dose' = Introito giornaliero [mg·(kg·day)⁻¹]

C_{aria} = concentrazione in aria del contaminante [µg·m⁻³]

B_o = Rateo inalatorio (per attività fisica moderata) = 1,5 m³/ora

EF_g = frequenza giornaliera di esposizione = 24 ore/giorno

EF = frequenza annuale di esposizione = 350 giorni/anno

ED = durata dell'esposizione = 24 anni

BW = peso corporeo = 70 kg

AT = tempo medio di esposizione = 70 anni

10⁻³ = conversione da µg a mg

I parametri per il calcolo sono stati estrapolati dalle Linee guida ISPRA e si riferiscono ai fattori di esposizione per individui adulti in ambito residenziale. Ai fini dell'applicazione del *Risk Assessment*, infatti, si è ritenuto opportuno considerare il solo scenario residenziale che presuppone un contatto frequente e prolungato con gli inquinanti aerodispersi.

1.3.1.3 Valutazione della tossicità e studio relazione risposta

La valutazione può essere scomposta in due fasi:

1. identificazione del rischio in termini di potenziale tossicità (pericolo intrinseco) delle sostanze considerate: è quindi necessario valutare se l'esposizione ad un agente chimico possa plausibilmente causare un aumento nell'incidenza degli effetti sanitari avversi (tumori, malformazioni congenite,...);

2. studio della relazione dose-risposta: è necessario acquisire l'informazione quantitativa sulla tossicità e definire la relazione esistente tra la dose del contaminante somministrato o ricevuto e l'incidenza dell'effetto sanitario avverso nella popolazione esposta.

Per ogni sostanza individuata al paragrafo precedente è stato quindi valutato il rischio intrinseco (Tabella 1.2): cancerogeno (in base alla classificazione IARC) e/o di tossicità cronica (classificazione USEPA Cal).

Tabella 1.2 - Classificazione del rischio per le sostanze pericolose considerate nel presente studio. Per il rischio cancerogeno è indicato anche il gruppo di appartenenza secondo la classificazione IARC.

Sostanza	Rischio cancerogeno	Rischio di tossicità cronica
Benzene	X [gruppo 1]	X
Particolato	X [gruppo 1]	-

In tabella il rischio cancerogeno è indicato in base alla classificazione IARC:

- Gruppo 1: Cancerogeno per l'uomo (sulla base di sufficiente evidenza negli animali da esperimento);
- Gruppo 2A: Probabile cancerogeno per l'uomo (sulla base di evidenza limitata nell'uomo ed evidenza sufficiente negli animali da esperimento);
- Gruppo 2B: Possibile cancerogeno per l'uomo (sulla base di evidenza limitata nell'uomo ed evidenza non del tutto sufficiente negli animali da esperimento oppure di evidenza sufficiente negli animali ed evidenza inadeguata nell'uomo);
- Gruppo 3: Non classificabile per la cancerogenicità per l'uomo;
- Gruppo 4: Probabile non cancerogeno per l'uomo.

1.3.1.3.1 Il rischio cancerogeno

In caso di rischio cancerogeno, gli effetti sono solitamente stimati come probabilità individuale (rischio) di sviluppare un tumore nel corso dell'intera vita dell'esposizione all'inquinante considerato. Il potenziale cancerogeno viene valutato attraverso studi epidemiologici o tossicologici su animali da esperimento.

La Tabella 1.3 elenca i fattori di potenza cancerogena o *Slope Factors* (SF) calcolati attraverso gli Unit Risk (UR) secondo la relazione:

$$SF = UR \cdot \frac{70 [kg] \cdot 1000 [\mu g/mg]}{20 [m^3/day]}$$

dove:

SF = Slope Factors: rappresenta il rischio che una sostanza causi un tumore nel corso di tutta la vita per unità di assunzione giornaliera e per unità di peso corporeo [(mg/kg-day)⁻¹]

UR = Unit Risk: rappresenta il rischio addizionale di sviluppare un tumore in tutta la vita, per una popolazione esposta continuamente alla concentrazione di 1 µg/m³ [(µg/m³)⁻¹].

I coefficienti di rischio sono stati reperiti nel database IRIS dell'US-EPA¹ e dalle Linee guida ISPRA².

¹ Fonte banca dati IRIS: <http://www.epa.gov/iris/>

² 'Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA) – Ispra, 2016'

Tabella 1.3 – Unit Risk e slope factor delle sostanze analizzate

Sostanza	Inhalation Unit Risk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Slope Factor ($\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{day}$) ⁻¹	Fonte
Benzene	7,8E-06	2,73E-02	IRIS US-EPA
Particolato	2,12E-04	7,42E-01	ISPRA 2016

Per quanto riguarda il valore di rischio inalatorio del particolato, il valore utilizzato in questo studio è riportato nell'appendice 1 delle Linee guida ISPRA. Tale valore è stato stimato attraverso il rischio cumulativo di background di sviluppare un tumore nel corso della vita (estrapolato dai tassi di incidenza età specifici riportati dal pool del registro tumori di AIRTUM) rapportato con il rischio relativo di tumore polmonare associato ad incrementi di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{2,5}. Questa procedura è raramente applicata in letteratura ma permette di valutare il rischio associato all'inalazione del particolato atmosferico. Questa valutazione risulta di primaria importanza dato che già nel 2013 l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (AIRC) ha classificato le polveri sottili come cancerogeni nell'uomo (gruppo 1) rilevando sufficienti evidenze per un'associazione causale con il tumore polmonare. In questo studio cautelativamente è stato utilizzato il parametro di *Unit Risk* del PM_{2,5} per valutare il rischio associato alle concentrazioni medie annue di PM₁₀.

Infine, per il calcolo del rischio totale (inteso come il rischio di sviluppare un tumore nel corso della vita per esposizione all'inquinante considerato), le linee guida ISPRA suggeriscono 2 approcci complementari. Il primo metodo utilizza la dose media giornaliera (*LADD*) moltiplicata per il valore di *Slope Factor* (SF) proprio del contaminante:

$$\text{Rischio} = \text{LADD} \cdot \text{SF}$$

Il secondo metodo utilizza direttamente lo *Unit Risk* (UR) per la concentrazione atmosferica dell'inquinante:

$$\text{Rischio} = C_{\text{aria}} \cdot \text{UR}$$

Dato che il secondo metodo produce valori di rischio maggiore a parità di concentrazione dell'inquinante rilevato in atmosfera, nel presente studio si è deciso di utilizzare cautelativamente tale formulazione. In termini di concentrazione si è considerata la media annua dell'inquinante.

1.3.1.3.2 Il rischio di tossicità cronica

Per tossicità cronica si intende quella correlata ad esposizioni che vanno da 7 anni all'intera vita.

Per ogni via di esposizione deve essere calcolato il valore di un indice di rischio espresso come il rapporto tra il valore di assunzione cronica giornaliera (nel caso di via di esposizione inalatoria coincide con la concentrazione media misurata o stimata), e il valore di dose di riferimento ($\text{RfC} = \text{Reference concentration}$, nel caso di inquinanti aerodispersi), secondo la formula:

$$HQ_i = \frac{C}{\text{RfC}}$$

La concentrazione di riferimento RfC (Tabella 1.4) rappresenta la stima di concentrazione d'esposizione giornaliera (espressa in mg/m^3) riferita alla popolazione generale ritenuta priva di rischi di effetti sanitari avversi anche quando perduri per l'intera vita.

Tabella 1.4 – Reference concentration (RfC) delle sostanze analizzate

Sostanza	Reference concentration (mg/m^3)	Fonte
Benzene	3,00E-02	IRIS US-EPA

1.3.1.4 Caratterizzazione del rischio

In tale fase vengono riassunti e combinati gli esiti della valutazione dell'esposizione e la valutazione della tossicità per definire il rischio potenziale, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. Durante questa fase l'informazione sulla tossicità chimico-specifica è applicata ai livelli predetti dai modelli matematici di ricaduta e diffusione. Solo in tal modo è possibile determinare se le concentrazioni presenti o previste in futuro all'interno dell'area in esame possano configurare un rischio sanitario per la popolazione.

I risultati ottenuti vanno infine confrontati con i limiti accettabili di rischio. In caso di rischio tossico si reputano accettabili valori inferiori o uguali a 1 dell'indice di pericoli complessivo (HQT). Risulta invece più complesso valutare la soglia di accettabilità per il rischio cancerogeno.

Le linee guida ISPRA richiamano i valori soglia nella valutazione del rischio cumulativo dell'US-EPA che ipotizza un valore "de minimis" pari a 10^{-6} (pari ad un caso su milione), con interventi discrezionali nel range 10^{-4} e 10^{-6} e un intervento pianificato in caso di rischio superiore a 10^{-4} (pari a 100 casi su milione).

1.3.2 RISCHIO ASSOCIATO AL RUMORE AMBIENTALE

Il ruolo del rumore come inquinante ambientale e i suoi effetti negativi sulla salute sono sempre più riconosciuti. Oltre alle conseguenze dirette sul sistema uditivo, grazie alle ricerche degli ultimi decenni è ormai chiaro, infatti, che il rumore causa stress mentale e complicazioni cardiovascolari come ipertensione arteriosa, ictus, cardiopatie ischemiche e infarti del miocardio.

Secondo le stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, l'esposizione al rumore del traffico automobilistico, aereo e ferroviario sarebbe responsabile della perdita di circa 1,5 milioni di anni di vita in buona salute all'anno in Europa, calcolando sia le morti premature causate direttamente dall'esposizione al rumore, sia gli anni vissuti con disabilità o malattie indotte dal rumore.

Per la valutazione degli effetti nocivi causati dall'esposizione al rumore ambientale si è fatto riferimento a quanto riportato dalle linee guida messe a disposizione dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità (WHO, *Environmental Noise Guidelines for the European Region*, 2018) e ripresi nell'aggiornamento del 2020 della direttiva 2002/49/CE del Parlamento e Consiglio europei relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Nel nuovo Allegato III della direttiva ai fini della determinazione degli effetti nocivi sono presi in considerazione tre indicatori:

- la cardiopatia ischemica;
- il fastidio forte;
- i disturbi gravi del sonno.

1.3.2.1 Cardiopatia ischemica

Per calcolare il rischio relativo per quanto riguarda l'effetto nocivo di cardiopatia ischemica (*ischemic heart disease*, IHD) associato al rumore di traffico veicolare e con riferimento al tasso di incidenza (i) si utilizzano le seguenti relazioni dose-effetto:

$$RR_{IHD,i,road} = \begin{cases} e^{\left[\left(\frac{\ln(1,08)}{10}\right) \cdot (L_{den} - 53)\right]} & \text{per } L_{den} \text{ superiore a } 53 \text{ dB} \\ 1 & \text{per } L_{den} \text{ pari o inferiore a } 53 \text{ dB} \end{cases}$$

La proporzione dei casi, nella popolazione esposta a un rischio relativo, in cui lo specifico effetto nocivo è dovuto al rumore ambientale si calcola come segue, per la sorgente di rumore x (traffico veicolare), l'effetto nocivo y (cardiopatia ischemica) e l'incidenza i :

$$PAF_{IHD,i,road} = \left(\frac{\sum_j [p_j \cdot (RR_{IHD,i,road} - 1)]}{\sum_j [p_j \cdot (RR_{IHD,i,road} - 1)] + 1} \right)$$

dove:

- $PAF_{IHD,i,road}$ è la frazione attribuibile alla popolazione;
- la serie di bande j è costituita da bande individuali, la cui ampiezza massima è 5 dB (ad esempio 50-51 dB, 51-52 dB, 52-53 dB ecc. oppure 50-54 dB, 55-59 dB, 60-64 dB ecc.);
- p_j è la proporzione di popolazione totale P della zona presa in considerazione esposta alla j -esima banda di esposizione, alla quale è associato un dato rischio relativo di uno specifico effetto nocivo RR . Il valore di RR è calcolato in applicazione della formula precedente utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità (ad esempio, a seconda dei dati disponibili 50,5 dB per la banda 50-51 dB o 52 dB per la banda 50-54 dB).

Infine il numero totale N di casi attribuibili alla sorgente di rumore è quindi:

$$N_{IHD,road} = PAF_{IHD,i,road} \cdot I_{IHD} \cdot P$$

dove:

- I_{IHD} è il tasso di incidenza della cardiopatia ischemica nella zona presa in considerazione, che può essere ottenuto da statistiche sanitarie relative alla regione o al paese in cui si trova la zona presa in considerazione;
- P è la popolazione totale della zona presa in considerazione (somma della popolazione nelle diverse bande di rumorosità).

1.3.2.2 Fastidio forte

Nel calcolare il rischio assoluto per quanto riguarda l'effetto nocivo di fastidio forte (*high annoyance*, HA) si utilizza la seguente relazione dose-effetto:

$$AR_{HA,road} = \frac{78,2970 - 3,1162 \cdot L_{den} + 0,0342 \cdot L_{den}^2}{100}$$

Il numero totale di individui interessati all'effetto nocivo di fastidio forte attribuibili al rumore stradale è quindi calcolato con la seguente formula:

$$N_{HA,road} = \sum_j [n_j \cdot AR_{HA,road}]$$

dove:

- $AR_{HA,road}$ è il rischio assoluto dell'effetto nocivo fastidio forte calcolato con la formula precedente utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità (ad esempio, a seconda dei dati disponibili 50,5 dB per la banda 50-51 dB o 52 dB per la banda 50-54 dB);
- n_j è il numero di individui esposti alla j -esima banda di esposizione.

1.3.2.3 Disturbi gravi del sonno

Per calcolare il rischio assoluto per quanto riguarda l'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno (*high sleep disturbance*, HSD) attribuibili al rumore stradale, si utilizza la seguente relazione dose-risposta:

$$AR_{HSD,road} = \frac{19,4312 - 0,9336 \cdot L_{night} + 0,0126 \cdot L_{night}^2}{100}$$

Il numero totale di individui interessati all'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno attribuibili al rumore stradale è quindi calcolato con la seguente formula:

$$N_{HA,road} = \sum_j [n_j \cdot AR_{HSD,road}]$$

dove:

- $AR_{HSD,road}$ è il rischio assoluto dell'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno calcolato con la formula precedente utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità (ad esempio, a seconda dei dati disponibili 50,5 dB per la banda 50-51 dB o 52 dB per la banda 50-54 dB);
- n_j è il numero di individui esposti alla j -esima banda di esposizione.

1.4 FONTI INFORMATIVE UTILIZZATE

Si riporta di seguito l'elenco delle fonti utilizzate:

- IRIS-EPA banca dati dei fattori di rischio: <https://www.epa.gov/iris>
- ISTAT sezioni censuarie, dati demografici e di salute: <https://www.istat.it/>
- Geoportale di Regione Lombardia, database topografico: <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

2 PRESSIONI ATTESE E AMBITO DI POTENZIALE INFLUENZA

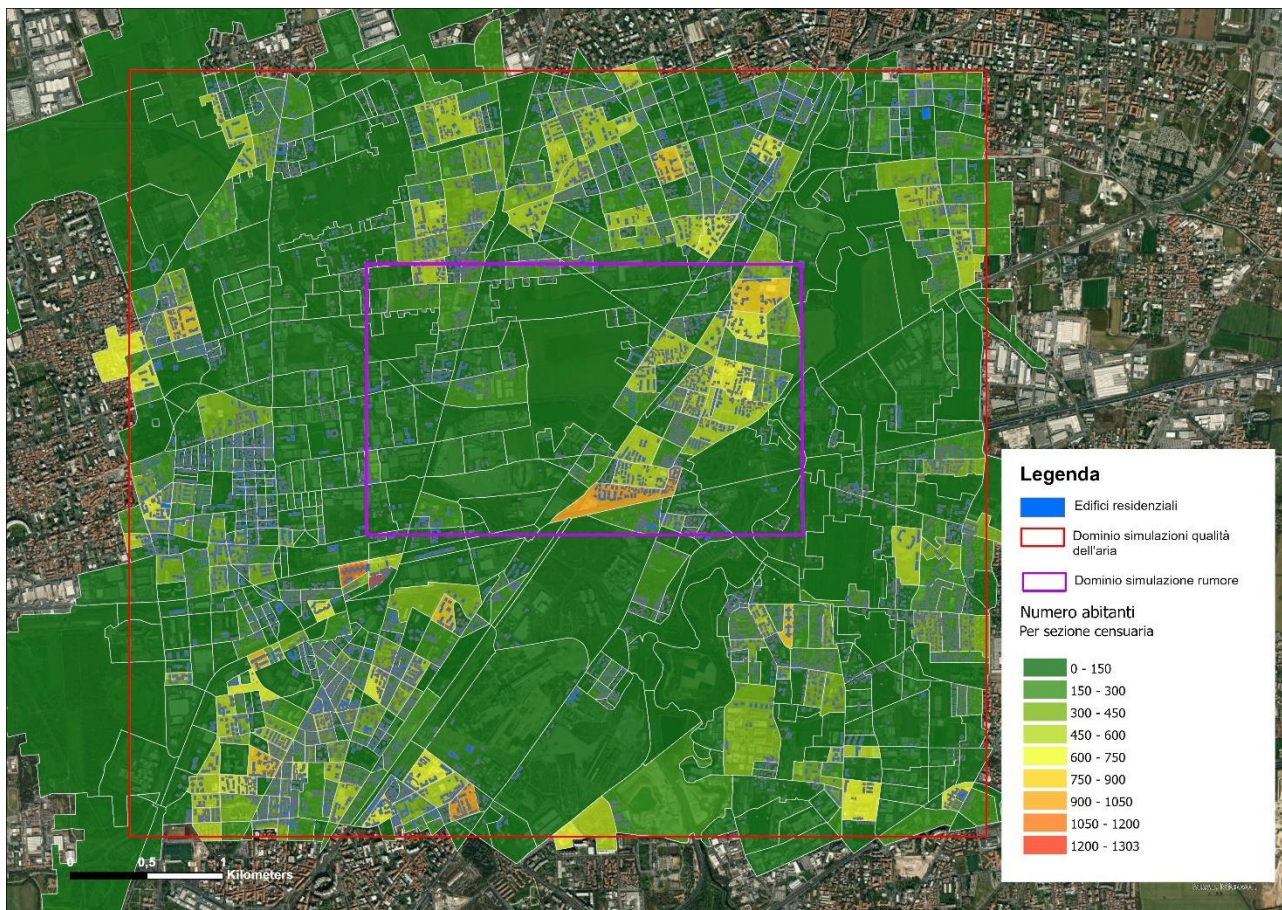
2.1 AREA DI STUDIO

L'intervento ricade quasi interamente nel territorio del comune di Monza in provincia di Monza e Brianza al confine con il comune di Cinisello Balsamo in provincia di Milano, in un'area densamente antropizzata e abitata. Le valutazioni riguardanti gli impatti sulla salute relativi al rischio inalatorio sono state effettuate a partire dalla stima delle concentrazioni inquinanti dettagliate nella componente Qualità dell'aria e Clima e sono quindi volte alla valutazione degli impatti sulla salute umana all'interno dominio di calcolo di dimensioni 5,6 km x 5,0 km utilizzato per le simulazioni di dispersione degli inquinanti atmosferici. Per quanto riguarda invece le considerazioni sugli effetti nocivi associati al clima acustico sono invece stati considerati gli impatti all'interno del dominio di dimensioni 2,0 km x 2,3 km centrato sull'opera in progetto, così come descritto nella componente Rumore e Vibrazioni.

I comuni interessati dalle successive valutazioni sono quindi:

- Monza (MB)
- Muggiò (MB)
- Brugherio (MB)
- Cinisello Balsamo (MI)
- Sesto San Giovanni (MI)
- Cologno Monzese (MI).

Figura 2-1: Sezioni censuarie e edifici residenziali all'interno dei domini di calcolo di qualità dell'aria e rumore.



Per valutare l'effettivo valore di rischio per la popolazione residente è necessario sovrapporre gli impatti potenziali con il numero di individui esposti. I dati di popolazione residente sono stati ricavati utilizzando come base di partenza le volumetrie degli edifici estratte dal DataBase Topografico (DBT) di Regione Lombardia e i dati dell'ultimo censimento della popolazione e delle abitazioni (ISTAT, 2011) per i comuni ricadenti all'interno dei domini di calcolo. Ad ogni sezione censuaria è stato applicato l'incremento percentuale avvenuto tra il 2011 (ultimo anno del censimento ISTAT) e il 2023 (ultimo anno disponibile per la popolazione residente). La popolazione è stata quindi distribuita negli edifici residenziali in funzione della densità volumetrica di popolazione calcolata per ogni sezione censuaria.

Il calcolo ha permesso di stimare il numero di residenti all'interno dei domini considerati pari a 17'047 residenti all'interno del dominio utilizzato per le simulazioni degli impatti relativi al rumore stradale e a 128'875 residenti all'interno del dominio utilizzato per le simulazioni di qualità dell'aria.

2.2 VALUTAZIONE DEI RISCHI PROGETTUALI

L'area in esame è caratterizzata da alcune vulnerabilità pre-esistenti della seguente natura, valutate dalle specifiche analisi delle relative componenti:

- idraulica, in quanto tutta l'area in corrispondenza dello svincolo della tangenziale nord di S. Alessandro e del tratto di galleria della tangenziale nord risultano allagabili, con conseguente propagazione degli allagamenti lungo il sottopasso in direzione nord-ovest;
- idrogeologica, in quanto la galleria è attigua ad un pozzo ad uso idropotabile in via Gentili, posto in prossimità dei fronti di scavo previsti;
- geotecnica, tutta la zona è a rischio crollo sotterraneo qualora si infiltrino un quantitativo cospicuo di acqua nel sottosuolo.

Durante la fase di cantiere, in particolare in relazione alle attività di scavo della galleria, le modifiche morfologiche indotte dagli scavi e dalla realizzazione delle opere nel sottosuolo potrebbero generare alterazioni strutturali nelle aree contermini.

Al fine di mitigare tali rischi, sono stati previsti specifici accorgimenti progettuali analizzati con approfonditi studi di competenza redatti a supporto del progetto: ad esempio, in considerazione della presenza di uno strato superficiale diffuso di carattere limoso sabbioso con caratteristiche geotecniche per lo più scadenti, sono stati adottati accorgimenti volti a limitare l'infiltrazione; inoltre, il sottofondo stradale è stato previsto di materiale inerte tale da permettere l'assorbimento e la distribuzione dei carichi così da ottenere un'adeguata attenuazione delle sollecitazioni indotte dal traffico.

In tal senso, tenendo conto il progetto di tali interventi mitigativi (si rimanda agli specifici studi di approfondimento per i dettagli), la valutazione dell'impatto sulla salute umana si è concentrata sul rischio connesso alle matrici aria e rumore.

2.3 VALUTAZIONI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Applicando il modello di dispersione CALPUFF sono state stimate le ricadute in termini di concentrazioni orarie in atmosfera degli inquinanti emessi dal traffico nella fase di esercizio e da tutte le operazioni derivanti dalle attività di lavorazione e movimentazione terre per la fase di cantiere. Di seguito viene riportato un estratto dei risultati ottenuti, per i dettagli si rimanda alla componente Qualità dell'Aria e Clima.

2.3.1 FASE DI CANTIERE

Per la fase di cantiere sono state considerate le principali operazioni che contribuiscono all'emissione di inquinanti in atmosfera. Le attività considerate sono:

- emissioni dei mezzi meccanici e delle apparecchiature di cantiere;
- emissioni generate dai mezzi pesanti per il trasporto del materiale di cantiere, di cava e dei rifiuti prodotti;
- produzione e risollevarimento di polveri provenienti da attività di manipolazione, trasporto, carico e stoccaggio di materiali polverulenti;
- passaggio dei mezzi di cantiere su strade non asfaltate.

Per valutare il rispetto dei limiti legislativi è stato simulato un periodo temporale pari a un anno solare e, dato che le emissioni variano anche notevolmente di mese in mese in relazione alle attività in esecuzione, per poter garantire il rispetto dei limiti legislativi anche nella situazione peggiore possibile si sono simulate le condizioni emissive del mese più "gravoso" per un intero anno solare. In questo modo quindi si sono simulate condizioni emissive molto cautelative e superiori a quelle reali (tra più del 150% e più del 200% a seconda dell'inquinante considerato), in modo da valutarne il potenziale impatto in tutte le condizioni meteorologiche possibili.

La tabella seguente riporta le concentrazioni massime spaziali per la fase di cantiere considerando tutti i punti della griglia di calcolo esterni alle aree di cantiere: dalla tabella si evince che i valori sono abbondantemente inferiori ai limiti di legge, anche se le ipotesi adottate nel presente studio sono sempre state estremamente cautelative.

Tabella 2.1 - Ricadute massime spaziali sul dominio di simulazione

Scenario di cantiere	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua
	µg/m ³				
Limite di legge	40	200	40	50	25
Concentrazioni massime al di fuori delle aree di cantiere	7,0	49,0	2,4	4,5	1,3

Le ricadute massime nel dominio in termini di PM₁₀ e PM_{2,5} e di NO₂ medio annuo risultano essere molto contenute e limitate temporalmente alla durata del cantiere di 16 mesi.

2.3.2 FASE DI ESERCIZIO

Per la fase di esercizio sono stati analizzati due diversi scenari di mobilità elaborati nello Studio di Traffico allegato al Progetto:

- Scenario di riferimento, corrisponde allo stato di fatto al 2025 senza interventi di progetto;
- Scenario di progetto, corrisponde al precedente scenario di riferimento al 2025 a cui si aggiunge il contributo del potenziamento dell'interconnessione A52 - A4.

Gli inquinanti quantificati e simulati, poiché tipici del traffico veicolare, sono: gli ossidi di azoto (NO_x trasformato in NO₂ per valutare gli effetti sulla salute umana), le polveri (PM₁₀ e PM_{2,5}), il monossido di carbonio (CO) e il benzene (C₆H₆).

Le concentrazioni massime orarie di dominio considerato sono riportate in Tabella 2.2, mentre in Tabella 2.3 sono riassunte le concentrazioni medie per i due scenari considerati.

Come si evince dalle tabelle seguenti, il potenziamento dell'interconnessione A4-A52 porta alla riduzione dei valori massimi di dominio dei vari parametri di tutti gli inquinanti presi in esame tra lo 0,4% (media annua di CO) ed l'8% (massima media giornaliera sulle 8 ore di C₆H₆). Questo miglioramento è meno significativo nel caso delle medie di dominio che oscilla tra 0,005% (media annua di NO₂) e l'1,3% (media annua di benzene).

Tabella 2.2 - Ricadute massime sul dominio di simulazione

Scenario	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m ³						
Limite di legge	40	200	40	50	25	10'000	5
Scenario di riferimento	61,6	175	15,4	23,1	10,2	958	0,83
Scenario di progetto	60,2	168	14,7	22,0	9,8	954	0,76
Differenza percentuale [%]	-2%	-4%	-5%	-5%	-5%	-0,4%	-8%

Tabella 2.3 - Ricadute medie sul dominio di simulazione

Scenario	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m ³						
Limite di legge	40	200	40	50	25	10'000	5
Scenario di riferimento	24,3	105	4,24	7,2	2,80	412	0,239
Scenario di progetto	24,3	104	4,23	7,1	2,79	407	0,236
Differenza percentuale [%]	-0,005%	-0,7%	-0,3%	-0,4%	-0,3%	-1,1%	-1,3%

Le ricadute stimate rispettano ampiamente i limiti di qualità dell'aria, con la sola eccezione della concentrazione media annua di NO₂, coerentemente con quanto rilevato in alcune stazioni di monitoraggio di ARPA Lombardia della zona. Sebbene le concentrazioni massime di NO₂ superino ancora i limiti di legge, il progetto migliora comunque la situazione ante operam – scenario di riferimento e i superamenti avvengono in situazione di prossimità agli assi stradali più trafficati, ma non in corrispondenza dei recettori sensibili, per nessuno dei quali si evidenziano criticità per alcun inquinante, rispettando i limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente. Le concentrazioni stimate in corrispondenza dei recettori sensibili, infatti, risultano nel al di sotto del limite normativo per tutti gli inquinanti considerati e per la buona parte dei casi significativamente al di sotto.

Per quanto riguarda il particolato atmosferico nella sua componente più fine (PM_{2,5}) e il benzene, considerati per la presente analisi sugli effetti del progetto sulla salute umana in quanto potenzialmente causa di tumori e malattia croniche, di seguito si riportano le variazioni delle concentrazioni in termini di media annua tra lo scenario di progetto e lo scenario di riferimento (rappresentando in verde le riduzioni di concentrazione dello scenario di progetto ed in giallo gli incrementi di concentrazione).

Figura 2-2: Variazioni delle ricadute di PM₁₀ in termini di media annua

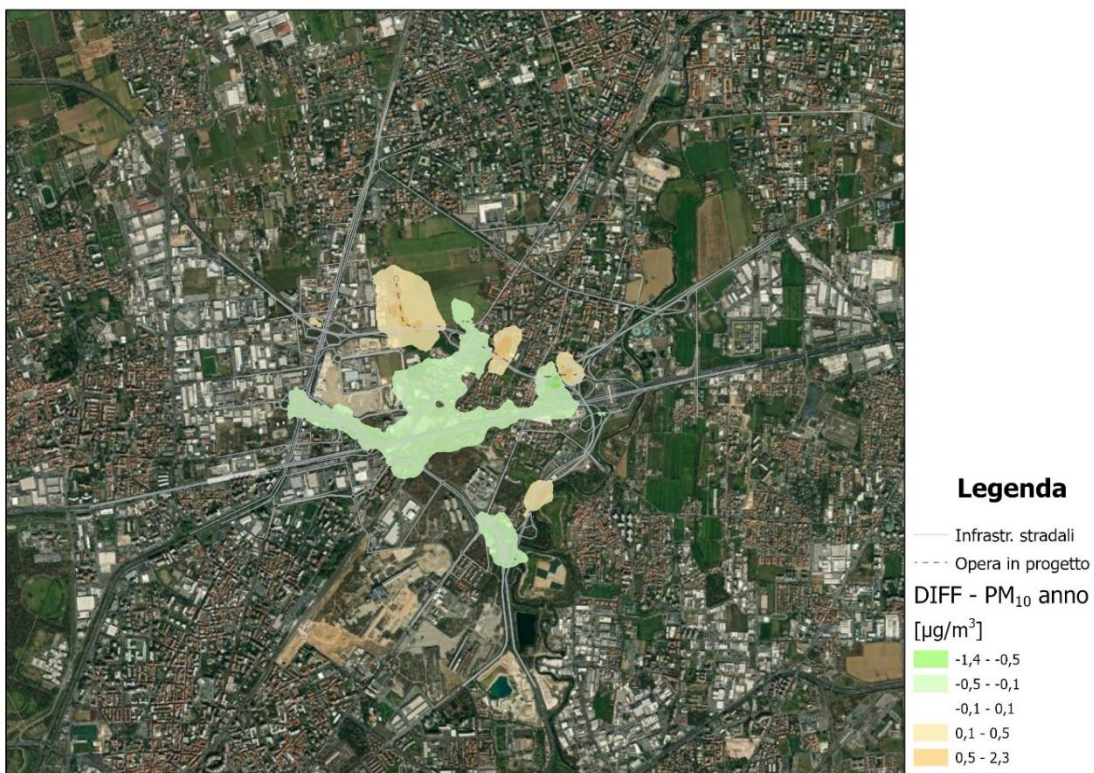
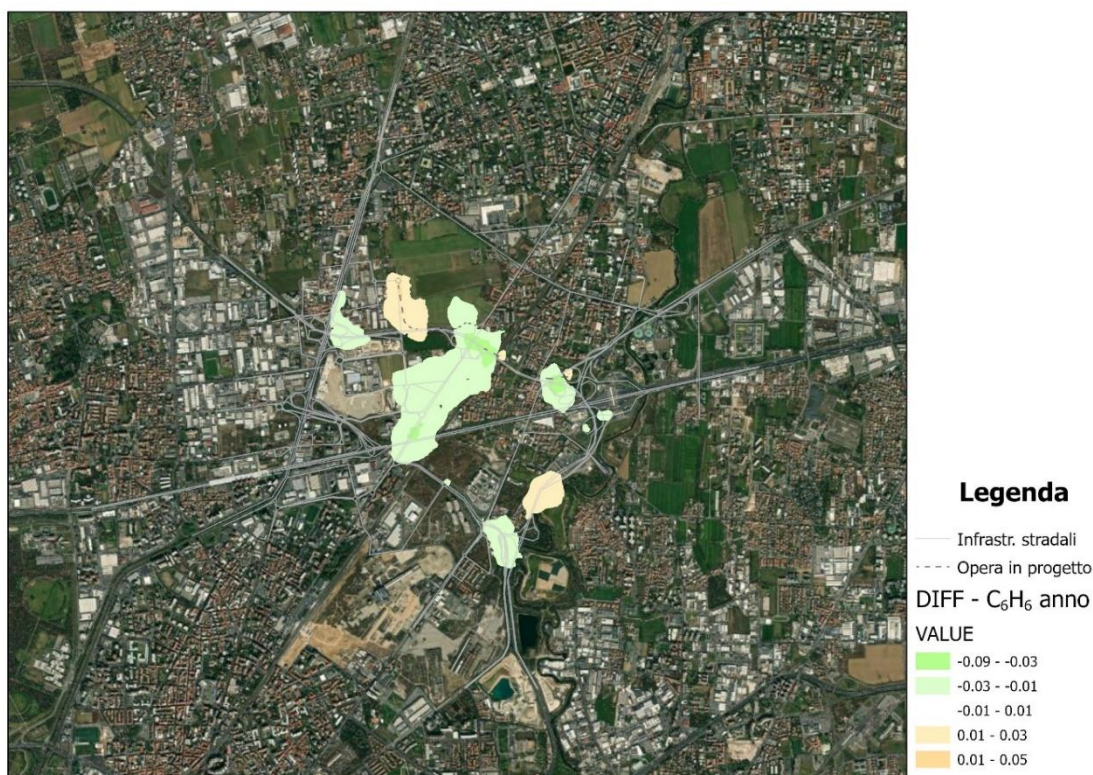


Figura 2-3: Variazioni delle ricadute di PM_{2,5} in termini di media annua



Figura 2-4: Variazioni delle ricadute di benzene in termini di media annua



Come si può osservare, l'aumento delle ricadute (in giallo) è circoscritto alle aree in cui è prevista la realizzazione dei nuovi archi stradali e limitato in termini quantitativi (un aumento massimo stimato di 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM_{10} , 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il $\text{PM}_{2,5}$ e di 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene) ed incidente prevalentemente su di un'area rurale; al contrario le aree di miglioramento (riduzioni fino a 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM_{10} , 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il $\text{PM}_{2,5}$ e di 0,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene) sono più estese ed incidenti su aree più densamente edificate.

In sintesi ad un lieve peggioramento (intorno allo 0,5%) dei km complessivi percorsi nell'ora di punta nell'area di studio tra scenario di progetto e di riferimento, corrisponde un lieve miglioramento delle emissioni complessive nell'area di studio per i vari inquinanti (tra 0,05% e 1,3%) legato alla fluidificazione del traffico ed un miglioramento dei valori dei massimi di dominio di tutti i parametri statistici delle ricadute massime inquinanti (tra 0,4% e 8%).

2.4 VALUTAZIONI SUL RUMORE

2.4.1 FASE DI CANTIERE

Per la previsione delle emissioni sonore indotte dai cantieri è stato utilizzato il software di calcolo SoundPlan 8.0 della SoundPlan GmbH al cui interno sono stati costruiti i modelli tridimensionali delle diverse aree di cantiere. I mezzi di cantiere sono stati modellati attraverso sorgenti puntiformi, mentre le piste di cantiere, percorse dagli autocarri, sono state modellizzate per mezzo di sorgenti lineari. Per dar conto della non staticità dei mezzi all'interno delle aree di cantiere ciascuna macchina è resa mediante più punti sorgente ciascuno dei quali attivo in una differente fascia oraria. Il tempo caratteristico sul quale sono valutati i livelli sonori è quello diurno; ciò consente di confrontare le emissioni dei cantieri con i limiti di zona e di valutare la necessità di una richiesta di deroga.

Di seguito si riportano i riscontri ottenuti per ogni area di cantiere considerata:

- **Realizzazione nuova galleria:** Gli scenari di cantiere associati alla realizzazione delle paratie di micropali e dei diaframmi mostrano diffusi superamenti dei limiti emissivi di zona. A concorrere a ciò è l'elevato numero di recettori situati in prossimità delle zone di cantiere nonché il fatto che le lavorazioni saranno effettuate su due turni. A fronte di tali scostamenti gli stessi scenari sono stati simulati una seconda volta nell'ipotesi che ai margini delle aree di cantiere, via via attivate, fossero poste delle barriere acustiche mobili. Si è anche ipotizzato che per le perforatrici per micropali ed il battipalo siano impiegate mitigazioni in prossimità delle macchine. Per le barriere è stata ipotizzata un'altezza di 3 metri ed uno sviluppo lineare di 35 m. Le barriere risultano avere un buon effetto sui piani bassi, ma nel complesso insufficienti per riportare la rumorosità all'interno dei limiti normativi.
- **Realizzazione terza corsia:** Gli scenari di cantiere associati alla realizzazione della terza corsia non comportano particolari criticità. Non essendo previsti doppi turni le lavorazioni saranno effettuate tra le 8.00 e le 17.00; tali lavorazioni saranno inoltre per buona parte effettuate in trincea ai margini dell'A52. Anche l'utilizzo del battipalo, che è la sorgente sonora più impattante, sarà limitato all'infissione delle barriere metalliche solo per una lunghezza limitata ad Ovest del cavalcavia di Via G.Borgazzi.
- **Raccordo via Thomas Edison:** Nel complesso si evidenzia una sostanziale compatibilità con i limiti normativi se non per la fase di realizzazione della barriera acustica che comunque interesserà un limitato periodo di tempo e potrà essere mitigata impiegando mitigazioni in prossimità delle macchine.
- **Riqualfica svincolo Monza Centro/Via Borgazzi:** Gli scenari di cantiere associati alla riqualfica dello svincolo di Via Borgazzi non comportano specifici elementi di criticità.
- **Innesto SS36:** I risultati delle simulazioni evidenziano alcuni superamenti dei limiti normativi. A fronte di tali scostamenti gli stessi scenari sono stati simulati una seconda volta nell'ipotesi che ai margini dell'area di cantiere fosse poste delle barriere acustiche mobili. Si è anche ipotizzato che per le perforatrici per micropali e per il battipalo siano impiegate mitigazioni in prossimità delle macchine. Per le barriere è stata ipotizzata un'altezza di 3 metri ed uno sviluppo lineare di 35 m L'utilizzo di tali di barriere acustiche mobili secondo necessità consente di riportare la rumorosità all'interno dei limiti normativi.

È stata inoltre valutata la rumorosità del traffico indotto dalla presenza del cantiere. Le aree di cantiere sono poste nei pressi di importanti infrastrutture viabilistiche come l'A52, l'A4, l'SS36 e Via Marconi. Rispetto a tali infrastrutture, il traffico di cantiere non risulta significativo

2.4.2 FASE DI ESERCIZIO

L'infrastruttura in progetto si va ad inserire in un contesto già caratterizzato dalla presenza di numerose infrastrutture stradali; i nuovi tratti stradali saranno interessati da flussi di traffico limitati in rapporto a quelli circolanti sulle altre infrastrutture già presenti nell'area.

Nella progettazione del tracciato è stata posta particolare cura nell'allontanare il più possibile l'infrastruttura dai ricettori a maggiore sensibilità.

Una considerazione di carattere generale è che i flussi di traffico previsti per la nuova infrastruttura risultano molto contenuti rispetto ai flussi presenti sulle diverse infrastrutture ante operam. In questo contesto la nuova infrastruttura non ha un impatto significativo sul clima acustico assoluto dell'intera area oggetto di valutazione.

Valutando la necessità di aggiornare le zonizzazioni acustiche dei territori comunali interessati e la definizione delle fasce di pertinenza adeguata, si prevede per la sola nuova infrastruttura, un impatto acustico compatibile con i diversi limiti normativi in tutte le aree oggetto di valutazione.

Le criticità si sono evidenziate per le variazioni significative indotte sui flussi di traffico di alcune infrastrutture, e dovute all'inserimento della nuova infrastruttura di interconnessione svincolo A4-A52.

Le seguenti figure mostrano i peggioramenti ed i miglioramenti areici del clima acustico associati ai periodi diurno e notturno per l'area di indagine.

Figura 2-5 – Differenze del livello sonoro L_{den} tra gli scenari ante e post operam



Figura 2-6 – Differenze del livello sonoro L_{night} tra gli scenari ante e post operam



L'area a maggiore criticità è rappresentata da quella lungo via Edison e dovuta al notevole incremento di traffico a seguito dell'inserimento della nuova infrastruttura; per tale area si è previsto l'inserimento di dedicate barriere acustiche finalizzate a contenere l'aumento dei livelli sonori, comunque conformi ai limiti normativi.

Si fa notare che i miglioramenti ed i peggioramenti del clima acustico si hanno solo in prossimità della nuova infrastruttura o lungo poche strade ad essa direttamente connesse; nell'insieme il clima acustico dell'area rimane sostanzialmente invariato. Anche per i tre edifici sensibili:

- Scuola Sant'Alessandro [S.ALE];
- Scuola dell'infanzia paritaria San Rocco [A.COM];
- Residenza anni Azzurri polo geriatrico riabilitativo [RSA];

e che non sono poi rientrati nelle analisi di dettaglio dedicate ai recettori maggiormente esposti alla nuova infrastruttura, il clima acustico rimane sostanzialmente inalterato.

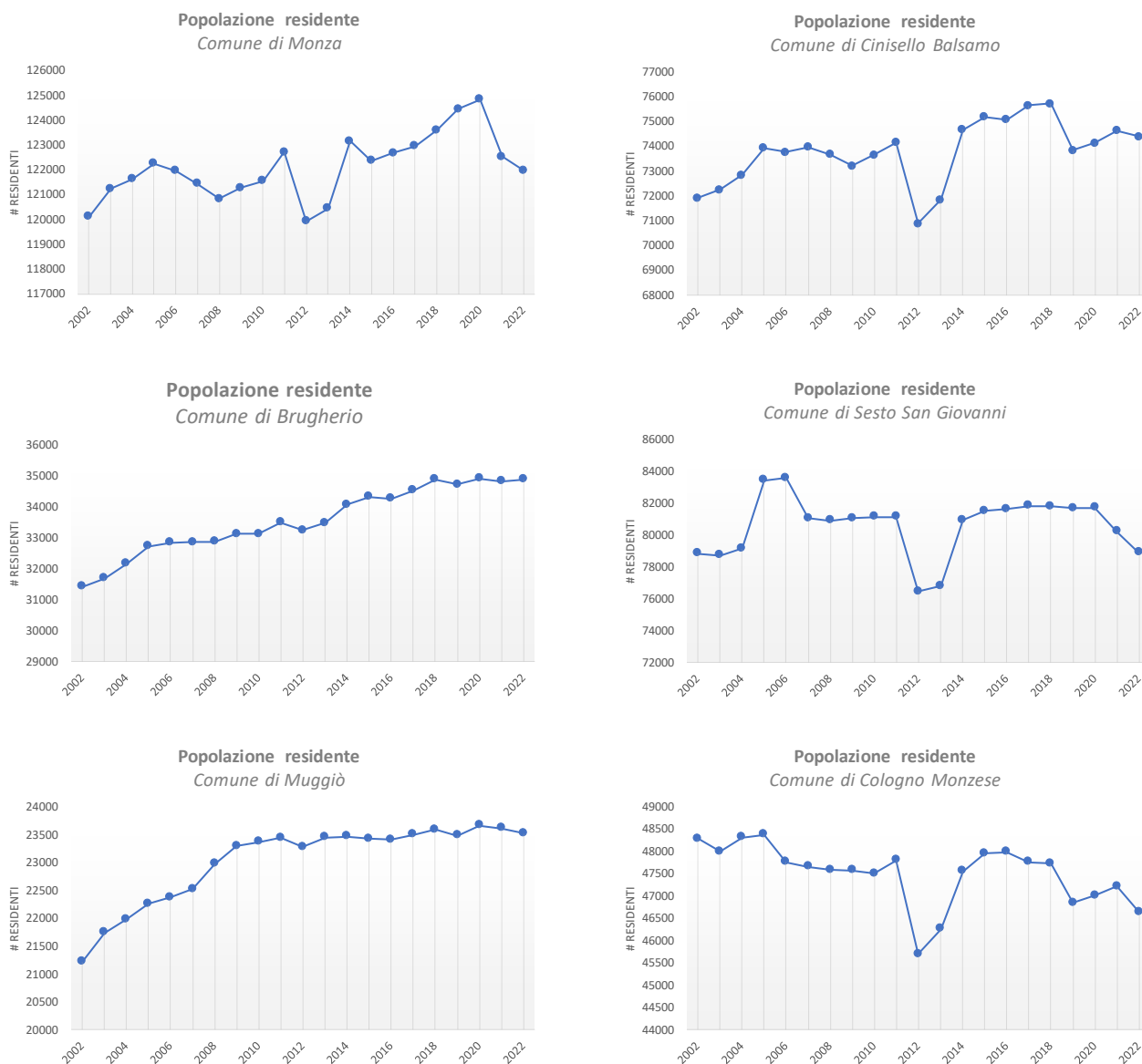
3 STATO DELLA COMPONENTE

3.1 CONTESTO TERRITORIALE E DEMOGRAFICO

3.1.1 ANDAMENTO DEMOGRAFICO

Sotto il profilo demografico, Monza risulta il comune più popoloso tra quelli ricadenti all'interno dell'area di studio, seguito da Sesto San Giovanni e Cinisello Balsamo. Nelle figure seguenti è riassunto l'andamento della popolazione residente al primo gennaio degli anni ricadenti nel ventennio compreso tra il 2002 e il 2022 (fonte dati, ISTAT).

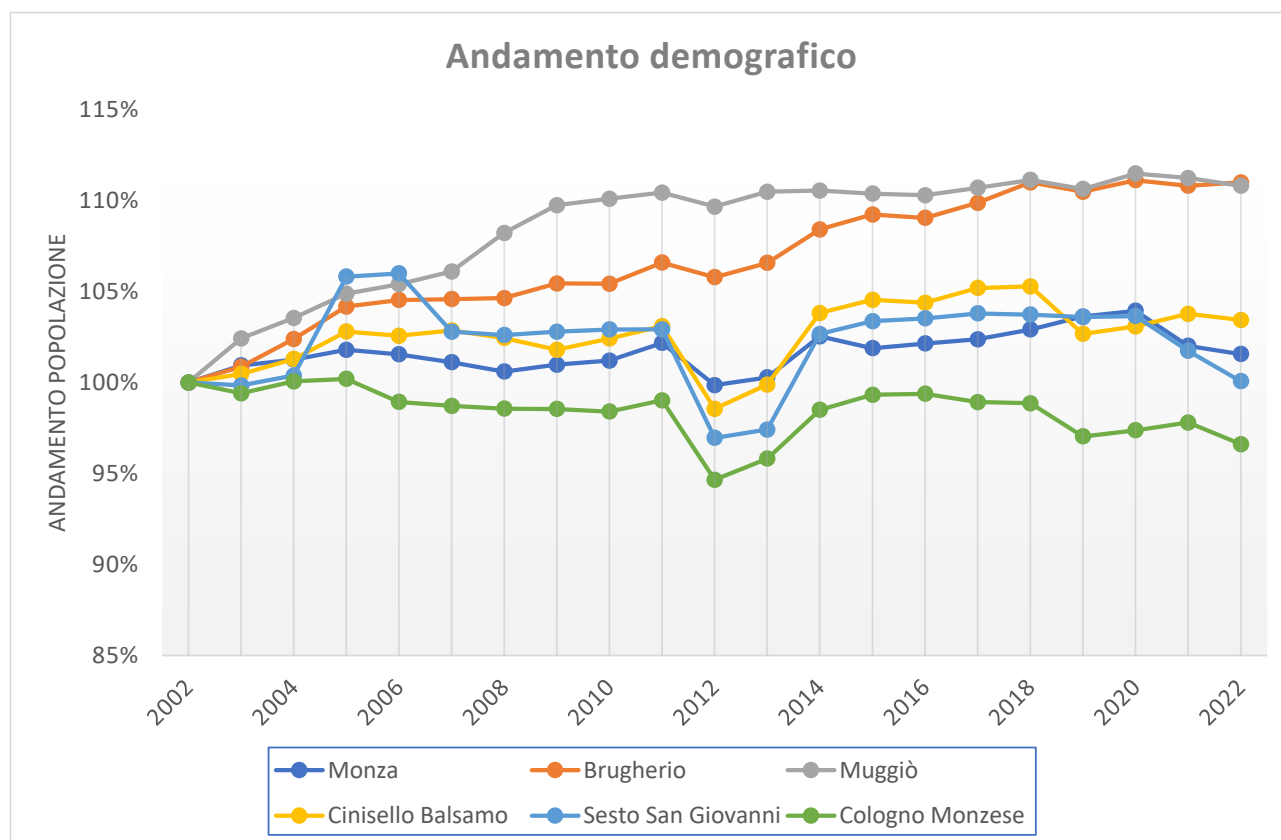
Figura 3-1 – Andamento della popolazione residente nel ventennio compreso tra il 2002 e il 2022 per i comuni all'interno dell'area di studio (Fonte dati: ISTAT)



Dalla Figura 3-2, che mostra il profilo demografico in percentuale considerando come anno base il 2002, si può notare come le diverse realtà territoriali abbiano avuto differenti dinamiche demografiche: i comuni di Brugherio e Muggiò hanno conosciuto una costante crescita della popolazione residente negli ultimi 20 anni ottenendo un incremento percentuale pari a +10% rispetto al valore del 2002, mentre nel comune di Cologno

Monzese si è assistito ad un moderato decremento della popolazione (pari -2%). Infine i comuni di Monza, Sesto San Giovanni e Cinisello Balsamo hanno registrato una ridotta crescita della popolazione residente pari o inferiore al +3% rispetto al dato del 2002.

Figura 3-2 – Andamento percentuale della popolazione residente nel ventennio compreso tra il 2002 e il 2022 per i comuni all'interno dell'area di studio (rispetto all'anno 2002).

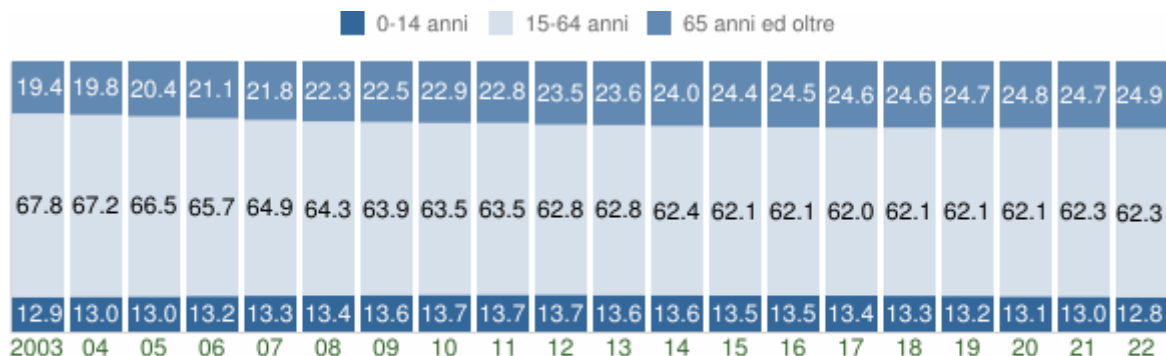


3.1.2 STRUTTURA PER ETÀ DELLA POPOLAZIONE

Nella sua semplicità di fondo, la variabile età, una volta ricomposta in opportune classi di valori e trasformata in distribuzioni relative, permette una serie di operazioni fondamentali per la comprensione di numerosi fenomeni demografici, tra cui la comparazione tra strutture demografiche di popolazioni appartenenti a territori diversi e a periodi diversi e il ricorso a indicatori in grado di sintetizzare tali distribuzioni in modo da quantificare, agevolandone l'interpretazione, eventuali similitudini o differenze, commisurando tra loro raggruppamenti d'età particolarmente significativi. Tradizionalmente, l'analisi della struttura per età di una popolazione considera soprattutto tre fasce di età: giovani (0-14 anni), adulti (15-64 anni) e anziani (65 anni e oltre). In base alle diverse proporzioni fra tali fasce di età, la struttura di una popolazione viene definita di tipo progressivo, stazionario o regressivo a seconda che la popolazione giovane sia maggiore, equivalente o minore di quella anziana.

Di seguito si riportano le strutture per età della popolazione residente nei comuni interessati dal dominio di calcolo.

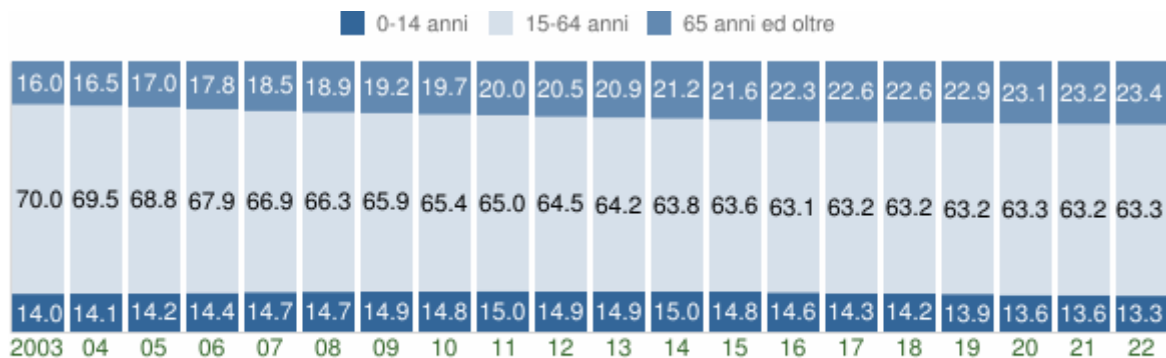
Figura 3-3 – Struttura per età per la popolazione residente nel comune di Monza (Elaborazione tuttitalia.it)



Struttura per età della popolazione (valori %) - ultimi 20 anni

COMUNE DI MONZA - Dati ISTAT al 1° gennaio di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

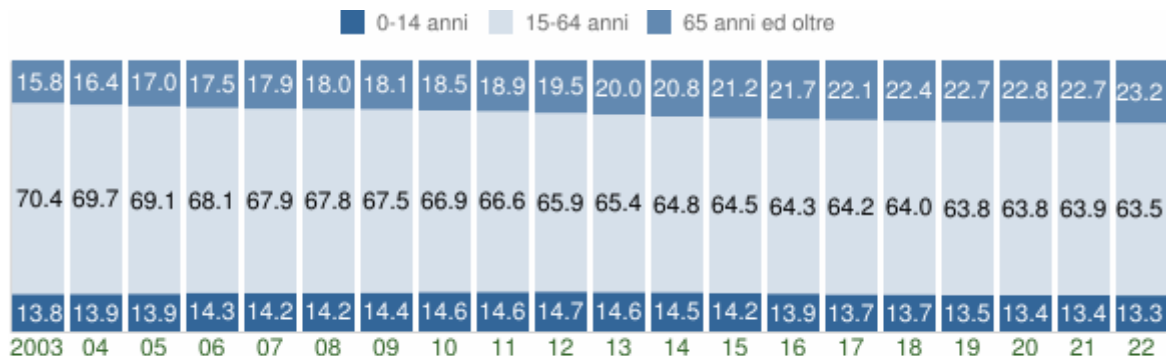
Figura 3-4 – Struttura per età per la popolazione residente nel comune di Brugherio (Elaborazione tuttitalia.it)



Struttura per età della popolazione (valori %) - ultimi 20 anni

COMUNE DI BRUGHERIO (MB) - Dati ISTAT al 1° gennaio di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

Figura 3-5 – Struttura per età per la popolazione residente nel comune di Muggiò (Elaborazione tuttitalia.it)



Struttura per età della popolazione (valori %) - ultimi 20 anni

COMUNE DI MUGGIÒ (MB) - Dati ISTAT al 1° gennaio di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

Figura 3-6 – Struttura per età per la popolazione residente nel comune di Cinisello Balsamo (Elaborazione tuttitalia.it)

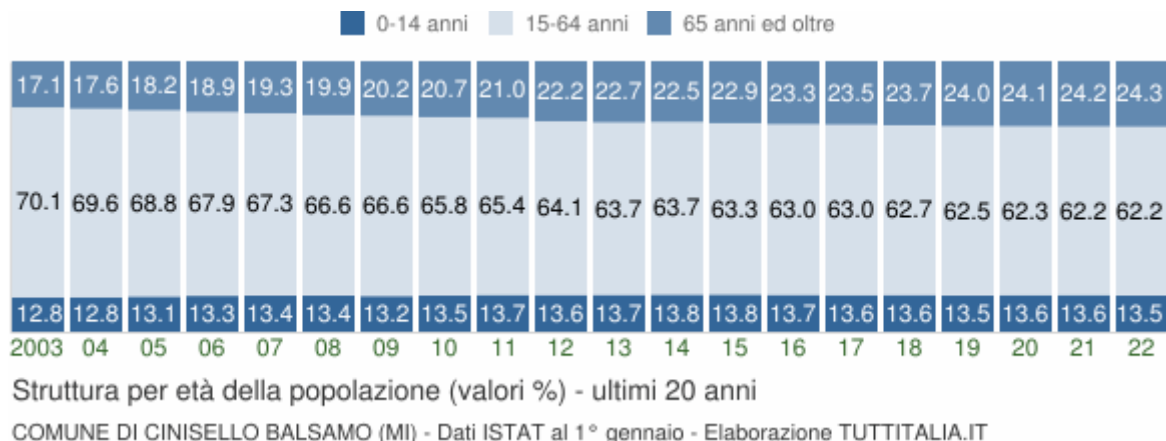


Figura 3-7 – Struttura per età per la popolazione residente nel comune di Sesto San Giovanni (Elaborazione tuttitalia.it)

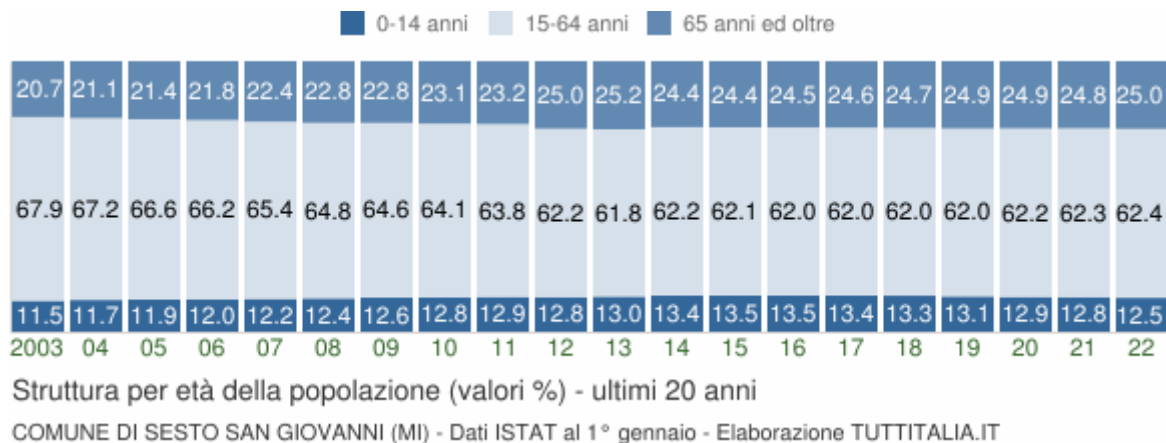
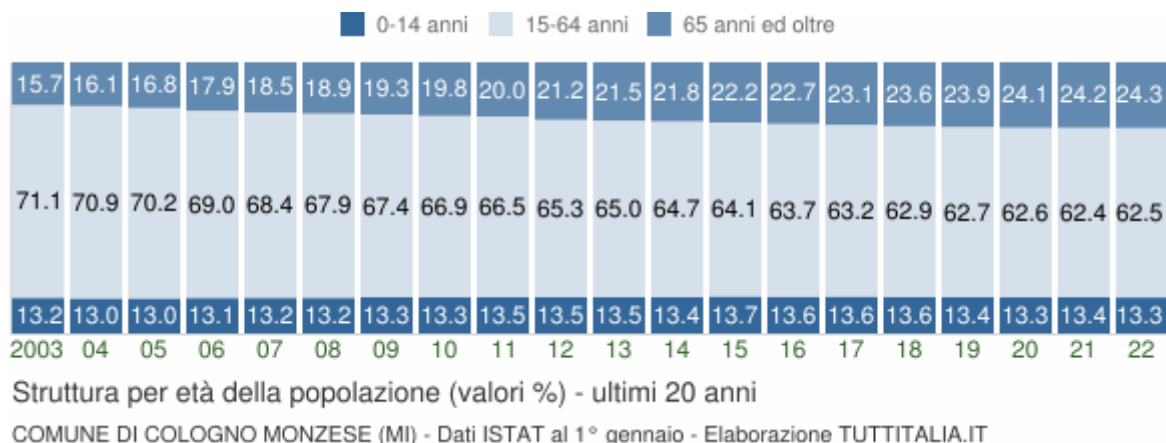


Figura 3-8 – Struttura per età per la popolazione residente nel comune di Cologno Monzese (Elaborazione tuttitalia.it)

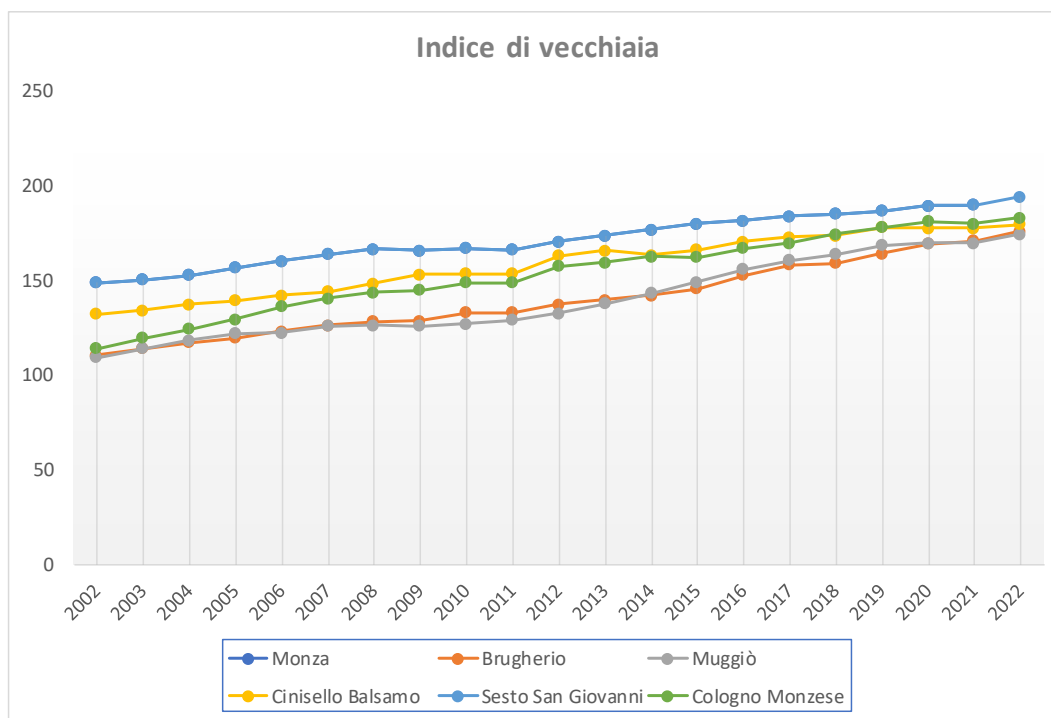


La composizione percentuale per classi di età nei comuni considerati nel periodo 2002-2022 risulta particolarmente omogenea. In tutti i comuni si è assistito ad un graduale aumento della quota di anziani (65 anni e oltre) a discapito della popolazione in età attiva (15-64 anni), mentre è rimasta pressoché costante la percentuale di giovani (sotto i 14 anni).

3.1.3 INDICE DI VECCHIAIA

L'indice di vecchiaia rappresenta il grado di invecchiamento di una popolazione e si calcola come rapporto percentuale tra il numero degli ultrasessantacinquenni ed il numero dei giovani fino ai 14 anni. Per tutti i comuni analizzati si registra nel periodo 2002-2022 un indice di vecchiaia in costante aumento.

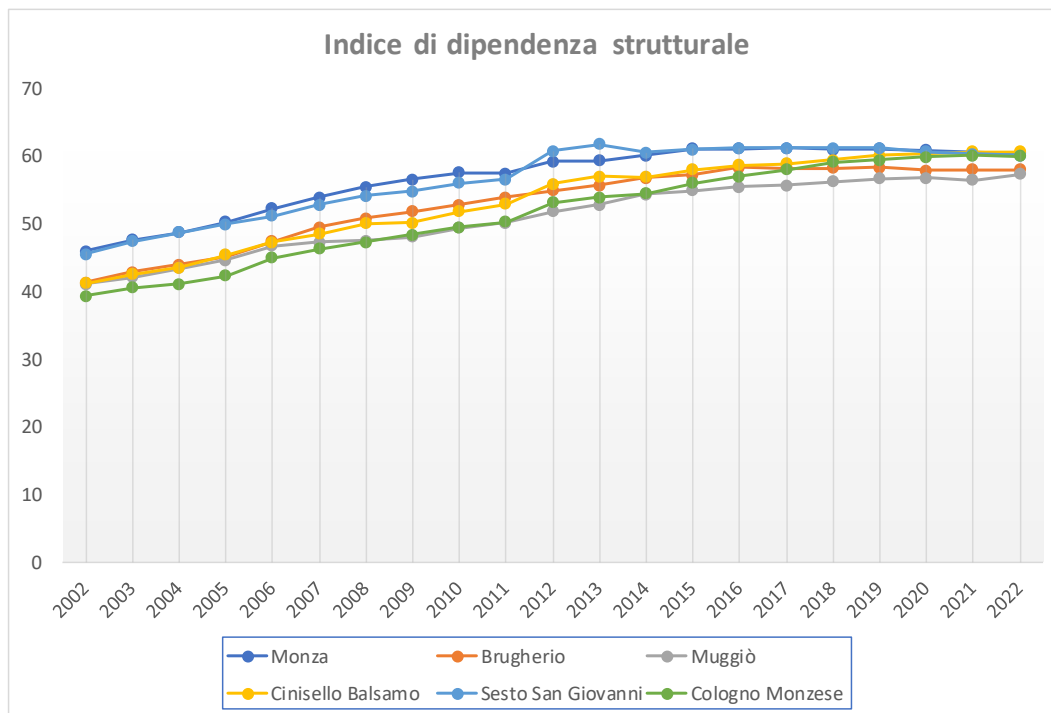
Figura 3-9 – Indice di vecchiaia per i comuni considerati (dati: ISTAT)



3.1.4 INDICE DI DIPENDENZA STRUTTURALE

L'indice di dipendenza è una misura del carico sociale che grava sulla popolazione attiva: si ottiene dal rapporto fra la popolazione giovane (0-14 anni) e anziana in età non attiva (65 anni e oltre) con la popolazione in età attiva (15-64 anni). Per i comuni considerati negli ultimi 20 anni si è assistito ad un aumento costante dell'indice di dipendenza fino al 2015. Negli ultimi anni invece l'indice di dipendenza strutturale risulta costante.

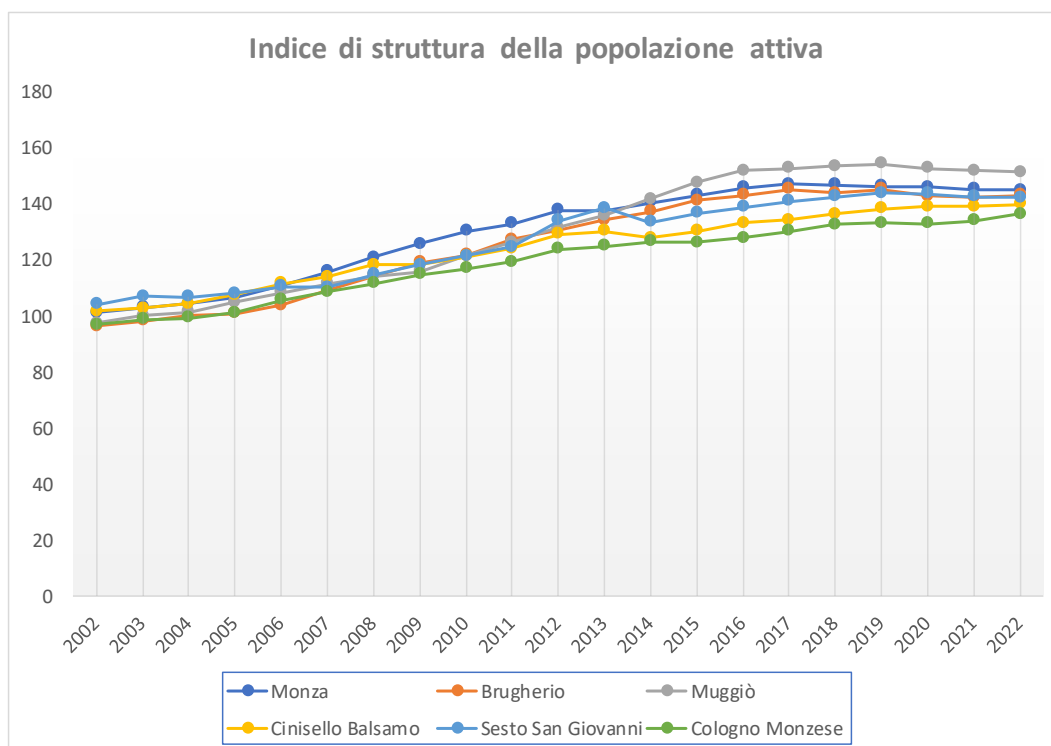
Figura 3-10 – Indice di dipendenza strutturale per i comuni considerati (dati: ISTAT)



3.1.5 INDICE DI RICAMBIO DELLA POPOLAZIONE ATTIVA

L'indice di ricambio della popolazione in età attiva si ottiene dal rapporto fra la popolazione che sta per uscire dall'età attiva (60-64 anni) e la popolazione che vi è appena entrata (15-19 anni). La popolazione attiva è tanto più giovane quanto più l'indicatore è minore di 100. Nei comuni interessati negli ultimi 20 anni, l'indice di ricambio della popolazione attiva è costantemente aumentato da valori intorno a 100% fino a raggiungere il 140%.

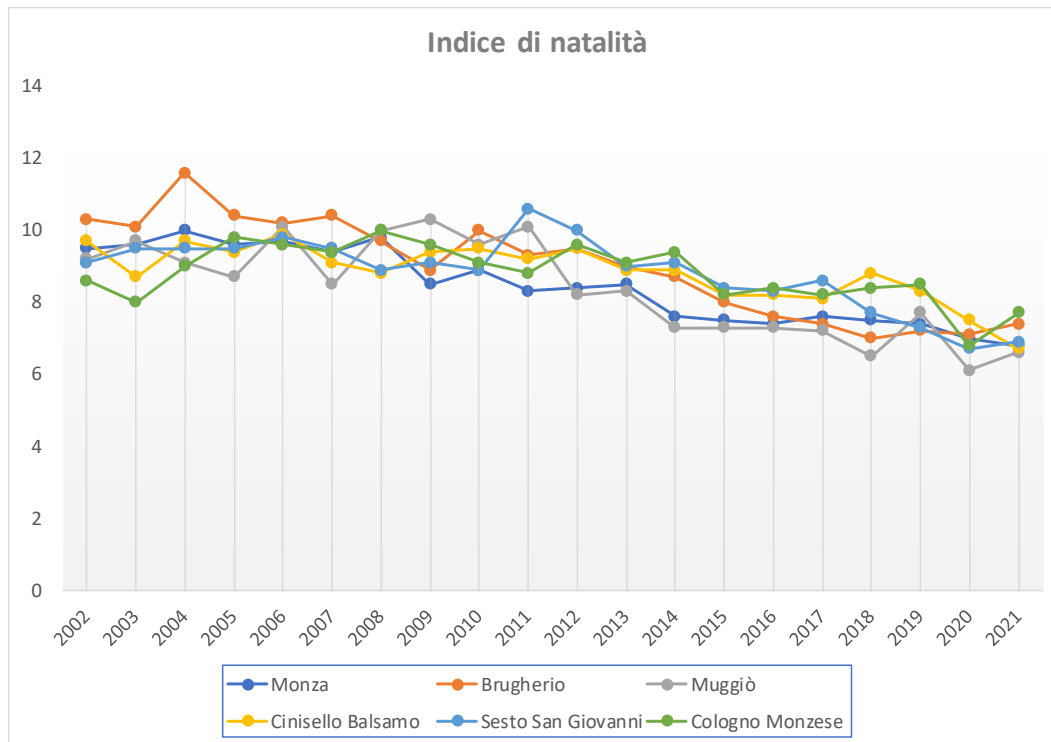
Figura 3-11 – Indice di ricambio della popolazione attiva per i comuni considerati (dati: ISTAT)



3.1.6 INDICE DI NATALITÀ

L'indice di natalità rappresenta il numero medio di nascite in un anno ogni mille abitanti. Per i comuni considerati l'indice di natalità risulta in costante diminuzione.

Figura 3-12 – Indice di natalità per i comuni considerati (dati: ISTAT)

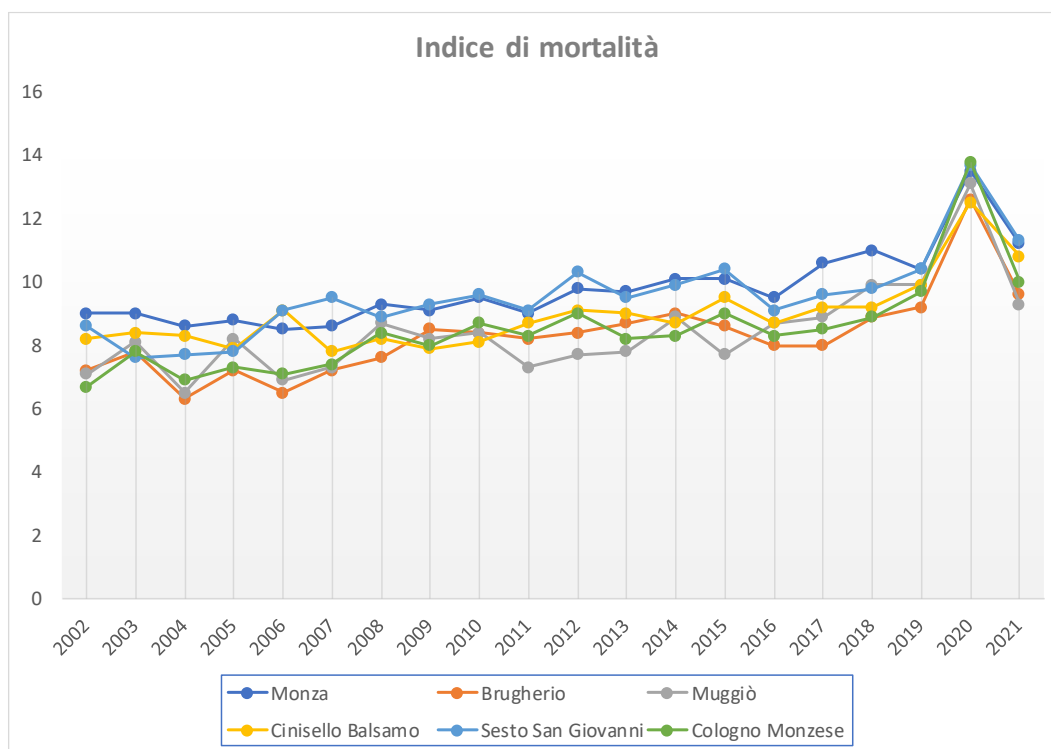


3.1.7 DATI DI MORTALITÀ

3.1.7.1 Indice di mortalità

L'indice di mortalità rappresenta il numero medio di decessi in un anno ogni mille abitanti. Per i comuni considerati l'indice di mortalità risulta in leggero aumento considerando il periodo 2002-2021. Da notare il picco di decessi avvenuto nel 2020 da imputare all'epidemia di SARS-COV-2 che ha colpito l'intero territorio considerato con uguale intensità.

Figura 3-13 – Indice di mortalità per i comuni considerati (dati: ISTAT)



3.1.7.2 Cause di mortalità

Le Agenzie di Tutela della Salute (ATS) sono deputate all'erogazione di servizi sanitari sul territorio di competenza e forniscono informazioni sullo stato della salute della popolazione residente attraverso dati sulla mortalità, sull'incidenza tumorale e sulla mortalità evitabile (inclusi gli incidenti stradali). I comuni considerati nel presente studio ricadono sotto l'ambito territoriale di due differenti agenzie di tutela della salute. I comuni di Monza, Muggiò e Brugherio ricadono nell'ambito territoriale gestito dall'Agenzia di Tutela della Salute della Brianza mentre i comuni di Cinisello Balsamo, Cologno Monzese e Sesto San Giovanni ricadono nell'ambito territoriale di competenza dell'Agenzia di Tutela della Salute della città metropolitana di Milano.

Presso le ATS, l'UOC Epidemiologia si occupa di molteplici argomenti in ambito di sanità pubblica e gestisce il Registro Nominativo delle Cause di Morte (ReNCaM): per ogni soggetto residente nel territorio di competenza, ovunque avvenga il decesso in Italia, viene ricevuta una scheda di morte su modello ISTAT compilata dal medico che ha constatato il decesso e su cui sono registrate le cause che hanno portato al decesso e, utilizzando delle regole standardizzate valide a livello mondiale, vengono codificate ed archiviate su supporto informatico le informazioni.

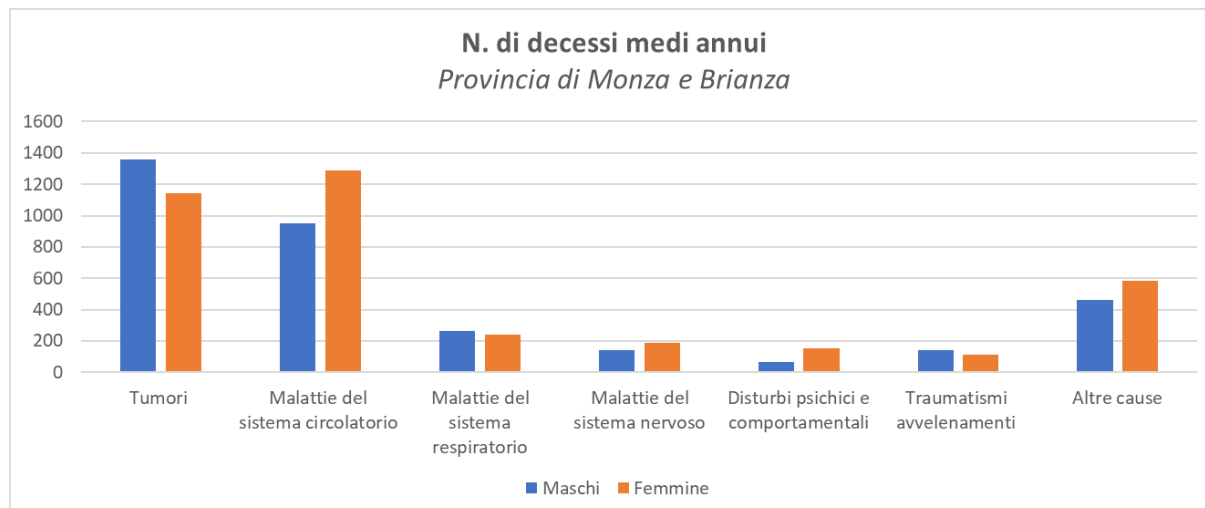
Nella Tabella 3.1 e nella Figura 3-14 si riportano le cause di mortalità rilevate nel registro ReNCaM da ATS Brianza per l'anno 2017 per i distretti di Desio e Monza a cui appartengono rispettivamente il comune di Muggiò e i comuni di Monza e Brugherio. Dalla tabella si può vedere come al primo posto come frequenza si collocano i tumori. Le malattie del sistema circolatorio sono al secondo posto: due terzi del totale delle cause di decesso sono descritti da queste due categorie di cause di morte.

Tabella 3.1 – Mortalità per causa ed ambito distrettuale per l'anno 2017 (Fonte: ReNCaM, ATS Brianza)

Causa di morte	Ambito distrettuale			
	Desio		Monza	
	N	%	N	%
Tumori	522	35,3%	556	34,2%

Causa di morte	Ambito distrettuale			
	Desio		Monza	
	N	%	N	%
Malattie del sistema circolatorio	402	27,2%	462	28,4%
Malattie del sistema respiratorio	138	9,3%	129	7,9%
Malattie del sistema nervoso	79	5,3%	92	5,7%
Disturbi psichici e comportamentali	62	4,2%	78	4,8%
Traumatismi, avvelenamenti e conseguenza di cause esterne	54	3,7%	54	3,3%
Altre cause	221	15,0%	256	15,7%
TOTALE	1478	100%	1627	100%

Figura 3-14 – Numero di decessi per l'anno 2017 per la provincia di Monza e Brianza (Fonte: ReNCaM, ATS Brianza)



Per i comuni appartenenti al distretto territoriale della città metropolitana di Milano si riportano di seguito le schede riassuntive elaborate da ATS Milano sullo stato di salute della popolazione residente, aggiornate al 2018.

Figura 3-15 – Stato di salute della popolazione residente nel comune di Cinisello Balsamo, anno 2018 (Fonte: ATS Milano)

STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NEI COMUNI
DELLA ATS MILANO CITTÀ METROPOLITANA

Sistema Socio Sanitario



ATS Milano
Città Metropolitana

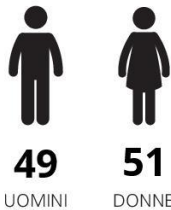
ANNO 2018

NEL COMUNE DI

CINISELLO BALSAMO

CI SONO **75723** ABITANTI

MA SE FOSSERO IN 100?



IL **66%** DEI MALATI
CRONICI
AVREBBE
PIÙ DI 65 ANNI

LE MALATTIE CRONICHE
PIÙ FREQUENTI SAREBBERO

1. CARDIOVASCOLARI
2. ENDOCRINE
3. DIABETE



IL **48%** DEI CITTADINI
RICOVERATI
AVREBBE
PIÙ DI 65 ANNI

LE CAUSE DI RICOVERO
PIÙ FREQUENTI SAREBBERO

1. SISTEMA CIRCOLATORIO
2. APPARATO RESPIRATORIO
3. TUMORI



IL **76%** DEI CITTADINI
CON UN
NUOVO TUMORE
AVREBBE
PIÙ DI 65 ANNI

LE SEDI TUMORALI
PIÙ FREQUENTI SAREBBERO

1. APPARATO DIGERENTE
2. MAMMELLA E GENITALI
FEMMINILI
3. APPARATO RESPIRATORIO



IL **88%** DEI DECEDUTI
AVREBBE
PIÙ DI 65 ANNI

LE CAUSE DI MORTE
PIÙ IMPORTANTI SAREBBERO

1. TUMORI
2. SISTEMA CIRCOLATORIO
3. APPARATO RESPIRATORIO

Figura 3-16 – Stato di salute della popolazione residente nel comune di Cologno Monzese, anno 2018 (Fonte: ATS Milano)

STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NEI COMUNI
DELLA ATS MILANO CITTÀ METROPOLITANA

Sistema Socio Sanitario
Regione Lombardia
ATS Milano
Città Metropolitana

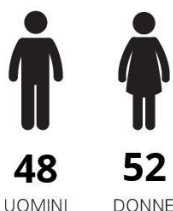
ANNO 2018

NEL COMUNE DI

COLOGNO MONZESE

CI SONO **47720** ABITANTI

MA SE FOSSERO IN 100?



IL **65%** DEI MALATI
CRONICI
AVREBBE
PIÙ DI 65 ANNI

LE MALATTIE CRONICHE
PIÙ FREQUENTI SAREBBERO

1. CARDIOVASCOLARI
2. ENDOCRINE
3. DIABETE



IL **50%** DEI CITTADINI
RICOVERATI
AVREBBE
PIÙ DI 65 ANNI

LE CAUSE DI RICOVERO
PIÙ FREQUENTI SAREBBERO

1. SISTEMA CIRCOLATORIO
2. TUMORI
3. APPARATO RESPIRATORIO



IL **75%** DEI CITTADINI
CON UN
NUOVO TUMORE
AVREBBE
PIÙ DI 65 ANNI

LE SEDI TUMORALI
PIÙ FREQUENTI SAREBBERO

1. APPARATO DIGERENTE
2. MAMMELLA E GENITALI FEMMINILI
3. APPARATO RESPIRATORIO



IL **87%** DEI DECEDUTI
AVREBBE
PIÙ DI 65 ANNI

LE CAUSE DI MORTE
PIÙ IMPORTANTI SAREBBERO

1. SISTEMA CIRCOLATORIO
2. TUMORI
3. APPARATO RESPIRATORIO

Figura 3-17 – Stato di salute della popolazione residente nel comune di Sesto San Giovanni, anno 2018 (Fonte: ATS Milano)

STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NEI COMUNI
DELLA ATS MILANO CITTÀ METROPOLITANA

Sistema Socio Sanitario
Regione Lombardia
ATS Milano
Città Metropolitana

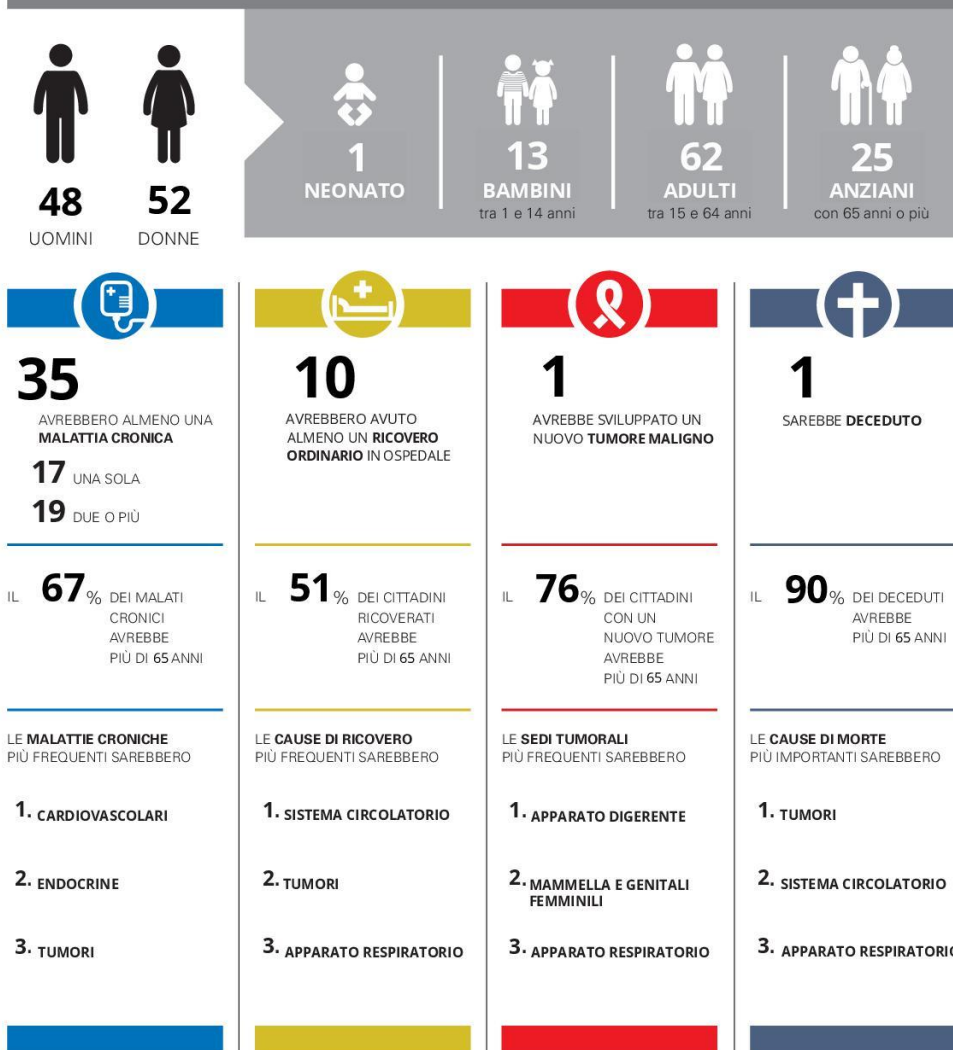
ANNO 2018

NEL COMUNE DI

SESTO SAN GIOVANNI

CI SONO **81773** ABITANTI

MA SE FOSSERO IN 100?



Dalle schede si evince che le prime due cause di morte nei comuni analizzati sono i tumori e le malattie del sistema circolatorio e le sedi tumorali più frequenti sono l'apparato digerente, la mammella e i genitali femminili e l'apparato respiratorio.

3.1.7.3 Il progetto SENTIERI – SIN di Sesto San Giovanni

Vengono di seguito presentati i risultati del progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento) condotto e finanziato nell'Ambito del Programma

Strategico Ambiente e Salute del Ministero della Salute, dove vengono analizzati i dati di mortalità delle popolazioni residenti in prossimità dei principali SIN (siti di interesse nazionale per le bonifiche) in tutta Italia. Il progetto nato nel 2006 è stato aggiornato più volte negli anni successivi.

I risultati presentati qui di seguito si riferiscono al sesto aggiornamento promosso dal Ministero della salute nell'anno 2023 e si riferiscono all'analisi di mortalità per il periodo 2013-2017³(finestra temporale dei ricoveri ospedalieri dal 2014 al 2018)

La principale caratteristica del Progetto SENTIERI è la valutazione "a priori" dell'evidenza epidemiologica esistente per le fonti di esposizioni ambientali nei SIN e per le altre esposizioni con un ruolo eziologico, accertato o sospettato, per le patologie considerate (inquinamento dell'aria, fumo attivo e passivo, alcol, stato socioeconomico e occupazione). Ciò implica l'adozione di un approccio sistematico e standardizzato nella procedura di valutazione dei dati riportati in letteratura. Il processo di valutazione dell'evidenza epidemiologica utilizzato in SENTIERI ha privilegiato le fonti primarie (ossia manuali e testi, monografie e rapporti di istituzioni nazionali e internazionali che si ritiene rappresentino il consenso della comunità epidemiologica sul nesso causale tra una patologia e una esposizione) e le metanalisi quantitative (in cui si riassumono statisticamente più studi che indagano la stessa associazione per ottenere un unico indice quantitativo di stima che permetta di trarre conclusioni più forti di quelle tratte sulla base di ogni singolo studio).

L'evidenza epidemiologica relativa all'associazione tra la causa di decesso e le esposizioni è stata classificata in tre categorie: "Sufficiente", "Limitata" e "Inadeguata". La categoria "Non si applica" è stata utilizzata quando in nessuno dei tipi di fonte erano disponibili dati epidemiologici relativi all'associazione. Alla fine del processo di valutazione si sono selezionate 63 cause o aggregazioni di cause di decesso (incluse 9 aggregazioni per specifiche fasce di età), 9 fonti di esposizioni ambientali nei SIN e 6 altre esposizioni, che costituiscono la base su cui innestare l'analisi della mortalità.

Le esposizioni ambientali estratte dai Decreti di perimetrazione dei SIN sono state classificate in: impianto chimico [C], impianto petrolchimico e/o raffineria [P&R], impianto siderurgico [S], centrale elettrica [CE], miniera e/o cava [M], area portuale [AP], amianto o altre fibre [A], discarica [D] e inceneritore [I].

I valori finali sono stati restituiti attraverso 3 indici:

- ✓ OSS: valore assoluto osservato;
- ✓ SMR: rapporto standardizzato di mortalità grezzo;
- ✓ SMR ID: rapporto standardizzato di mortalità corretto per un indice di deprivazione socioeconomica.

Il SIN di Sesto San Giovanni

Il SIN di Sesto San Giovanni è stato definito e perimetrato con decreto del MATTM del 31/08/2001, delimitando una superficie di 255 ha sede degli stabilimenti siderurgici della Società Falck e di altre attività produttive, prevalentemente operanti nel settore metalmeccanico. Le analisi condotte all'interno del progetto SENTIERI sono relative all'esposizione della popolazione residente all'interno dei comuni di Sesto San Giovanni e di Cologno Monzese.

Dati di mortalità nel SIN di Sesto San Giovanni 2013-2017

Nel sito si osservano difetti per la mortalità generale e le malattie dell'apparato circolatorio in entrambi i generi. I valori osservati di mortalità per gli altri grandi gruppi di cause non si discostano dagli attesi (Figura 3-18, Tabella SES_1).

Per le cause di morte relative all'apparato respiratorio, sia croniche sia acute, per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito, i decessi negli uomini non si discostano dagli attesi (Figura 3-18, Tabella SES_2). I decessi per asma non sono valutabili né per gli uomini né per le donne perché inferiori a tre, seppure con una incertezza della stima. Per quanto riguarda le patologie tumorali per le quali vi è *a priori* un'evidenza di associazione Limitata, negli uomini si riscontra una riduzione della mortalità per tumore maligno della vescica e una riduzione del tumore del

³ I risultati del progetto Sentieri sono stati pubblicati come supplemento della rivista Epidemiologia & Prevenzione (Epidemiol Prev 2023; 43 (2-3) Suppl 1?). Sito: <https://epiprev.it/pubblicazioni/sentieri-studio-epidemiologico-nazionale-dei-territori-e-degli-insediamenti-esposti-a-rischio-da-inquinamento-sesto-rapporto>

fegato seppure con incertezza della stima; nelle donne la mortalità per tumore maligno del fegato e per linfomi non Hodgkin si presenta ridotta. In numero di casi inferiore a tre e quindi non valutabili i decessi per tumore del testicolo e della mammella negli uomini.

Figura 3-18 – Principali cause di mortalità per la popolazione dei comuni di Sesto San Giovanni e Cologno Monzese
 (Fonte: Progetto SENTIERI, 2023)

Cause di morte	Maschi		Femmine	
	OSS	SMR (IC90%)	OSS	SMR (IC90%)
MORTALITÀ GENERALE	2.943	95 (92-98)	2.978	90 (87-93)
Tutti i tumori maligni	1.077	97 (92-102)	826	90 (85-96)
Malattie del sistema circolatorio	836	89 (84-95)	960	81 (76-85)
Malattie dell'apparato respiratorio	233	91 (82-101)	203	87 (77-97)
Malattie dell'apparato digerente	113	100 (86-117)	114	98 (84-114)
Malattie dell'apparato urinario	52	96 (76-120)	64	100 (81-123)

Tabella SES 1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SES 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

Cause di morte	Maschi		Femmine	
	OSS	SMR (IC90%)	OSS	SMR (IC90%)
Tutti i tumori maligni	1.077	97 (92-102)	826	90 (85-96)
Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici	73	82 (67-99)	32	67 (50-90)
Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone	320	114 (104-125)	120	99 (85-115)
Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli	6	102 (53-197)	<3	
Tumori maligni della mammella	<3		157	102 (89-116)
Mesotelioma maligno della prostata	85	114 (95-136)		
Tumori maligni del testicolo	<3			
Tumori maligni del rene	21	75 (53-107)	13	79 (50-124)
Tumori maligni della vescica	34	79 (59-104)	17	122 (82-182)
Linfomi non Hodgkin	34	103 (78-136)	26	91 (66-126)
Leucemie	33	89 (67-119)	29	106 (78-144)
Malattie dell'apparato respiratorio	233	91 (82-101)	203	87 (77-97)
Malattie respiratorie acute	<3		<3	
Malattie polmonari croniche	113	95 (81-111)	76	85 (70-103)
Asma	<3		<3	
Malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali	<3		<3	
Insufficienza renale cronica	23	114 (81-161)	12	61 (38-97)

Tabella SES 2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SES 2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

3.1.8 CARDIOPATIE ISCHEMICHE

La patologia è causata dallo squilibrio tra l'apporto ematico e la domanda di ossigeno del tessuto stesso. Nei grafici seguenti vengono presentati i dati relativi all'ATS della Città Metropolitana di Milano e dell'ATS Brianza messi a disposizione dal portale Opendata di Regione Lombardia⁴. I grafici mostrano l'andamento del numero di pazienti cronici negli ultimi anni (Figura 3-19), la distribuzione per fascia di età e sesso dei pazienti per l'ultimo anno disponibile (2017, Figura 3-20) e l'andamento dell'incidenza dei nuovi pazienti cronici nell'anno per patologia principale per 1.000 abitanti, in rapporto alla popolazione di riferimento dell'anno precedente (Figura 3-21).

⁴ <https://www.dati.lombardia.it/>

Figura 3-19 – Andamento del numero di pazienti cronici soggetti a cardiopatie ischemiche nel periodo 2012-2017 (fonte: Opendata, Regione Lombardia)

Andamento del numero di pazienti cronici

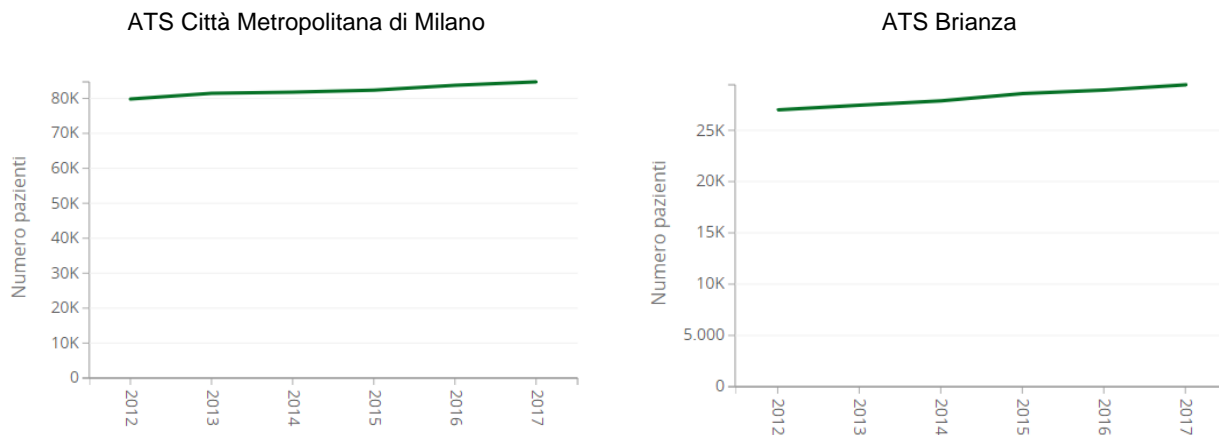


Figura 3-20 – Distribuzione per fascia d'età e sesso dei pazienti cronici soggetti a cardiopatie ischemiche per l'anno 2017 (fonte: Opendata, Regione Lombardia)

Distribuzione per fascia d'età e sesso

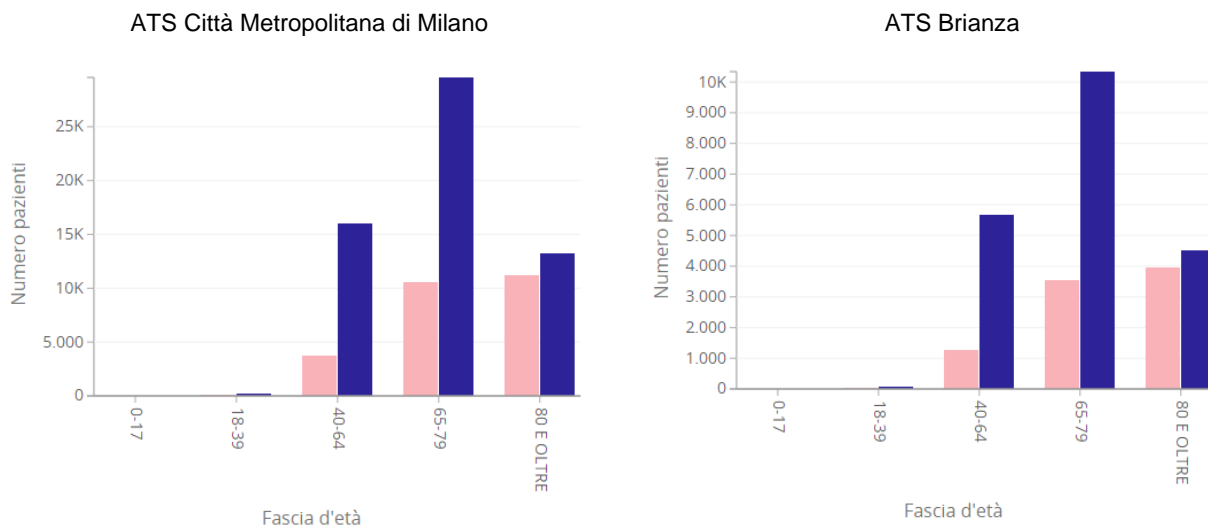
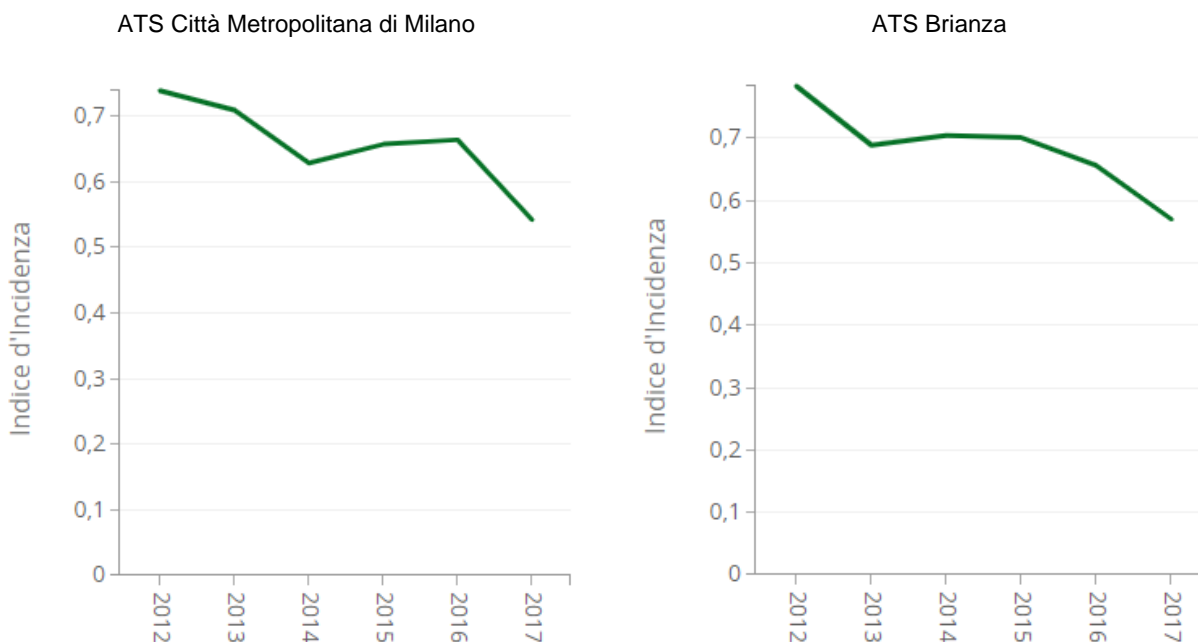


Figura 3-21 – Andamento dell'incidenza dei nuovi pazienti cronici per 1.000 abitanti, in rapporto alla popolazione di riferimento dell'anno precedente, soggetti a cardiopatie ischemiche nel periodo 2012-2017 (fonte: Opendata, Regione Lombardia)

Tasso di incidenza per 1.000 abitanti



3.1.9 INCIDENTI STRADALI

L'informazione statistica sull'incidentalità stradale è raccolta dall'Istat mediante una rilevazione totale di tutti gli incidenti stradali verificatisi sul territorio nazionale che hanno causato lesioni alle persone (morti entro il trentesimo giorno o feriti). Ente partecipante all'indagine è l'ACI (Automobile Club d'Italia), secondo le modalità previste da un Protocollo di Intesa.

La rilevazione è il frutto di un'azione congiunta tra una molteplicità di Enti: l'Istat, l'ACI, il Ministero dell'Interno (Servizio di Polizia Stradale), i Carabinieri, la Polizia provinciale, la Polizia municipale o locale, gli Uffici di statistica dei Comuni capoluogo di provincia, gli Uffici di statistica di alcune Province o Regioni. Tali enti hanno sottoscritto accordi con l'Istat (Convenzioni bilaterali e Protocollo di Intesa nazionale) finalizzati alla raccolta, al controllo della copertura, all'acquisizione informatizzata e al successivo invio all'Istituto Nazionale di Statistica dei dati secondo un formato concordato.

Nell'anno 2022 in regione Lombardia si sono verificati 28'786 incidenti di cui 377 incidenti mortali per un totale di 402 vittime e 37'912 feriti. Il 44% degli incidenti (12'613 di cui 94 mortali) si è verificato in provincia di Milano mentre sulle strade della provincia di Monza e Brianza si sono verificati 2'172 incidenti (15 mortali), pari a circa l'8% del totale regionale.

Di seguito i grafici mostrano l'andamento degli incidenti stradali e il numero di morti/feriti nei 5 anni compresi tra il 2018 e il 2022 nelle province di Milano e Monza e Brianza. In Figura 3-24 e Figura 3-25 sono inoltre riportati il numero di morti e la distribuzione per sesso ed età.

Figura 3-22 – Incidenti stradali e numero di morti/feriti nella provincia di Milano nel periodo compreso tra il 2018 e il 2022 (Fonte: ACI, 2022)

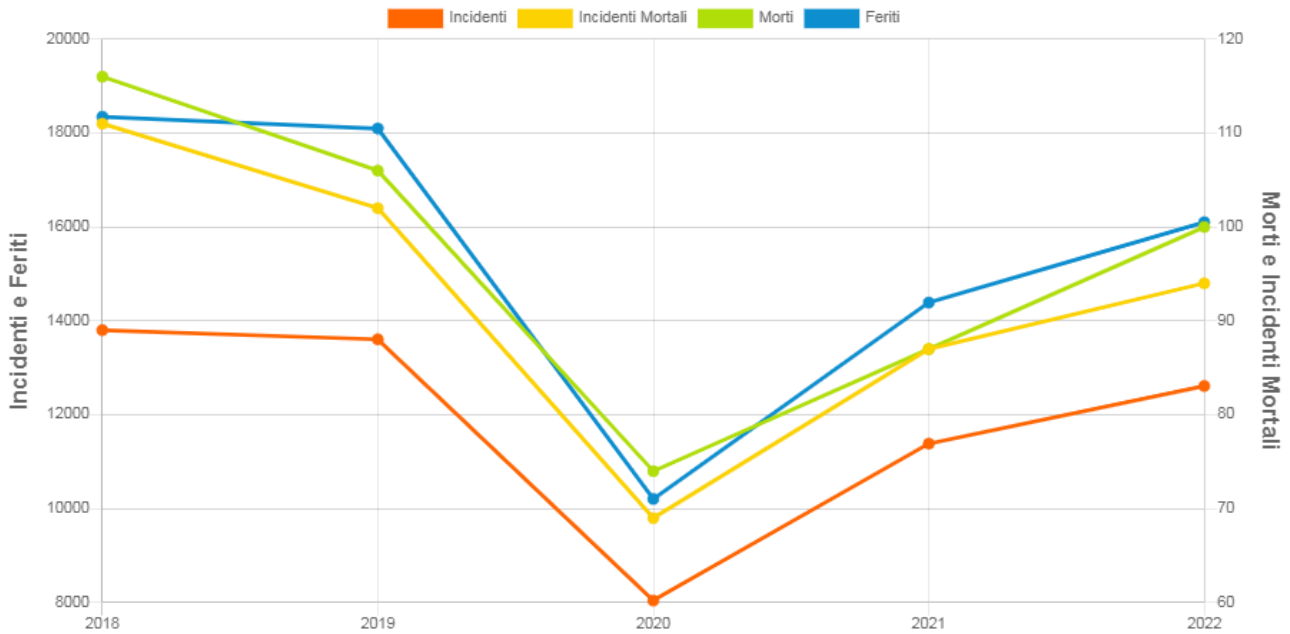


Figura 3-23 – Incidenti stradali e numero di morti/feriti nella provincia di Monza e Brianza nel periodo compreso tra il 2018 e il 2022 (Fonte: ACI, 2023)

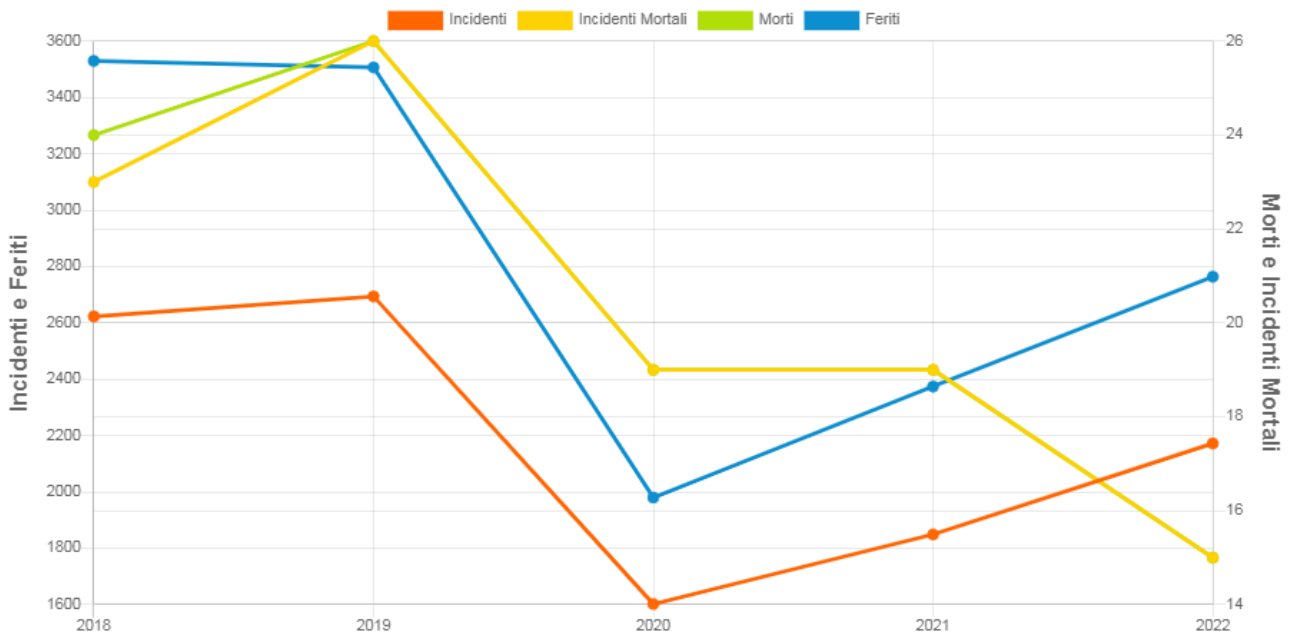


Figura 3-24 – Distribuzione per sesso ed età del numero di morti negli incidenti stradali nella provincia di Milano, anno 2022 (Fonte: ACI, 2023)

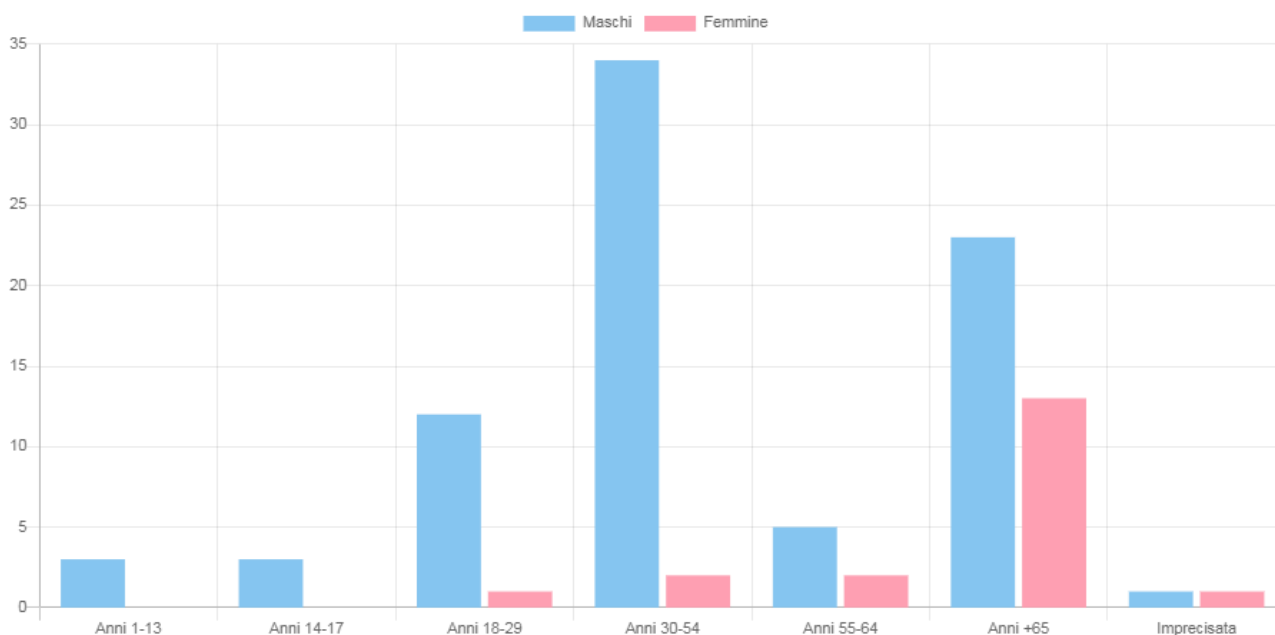
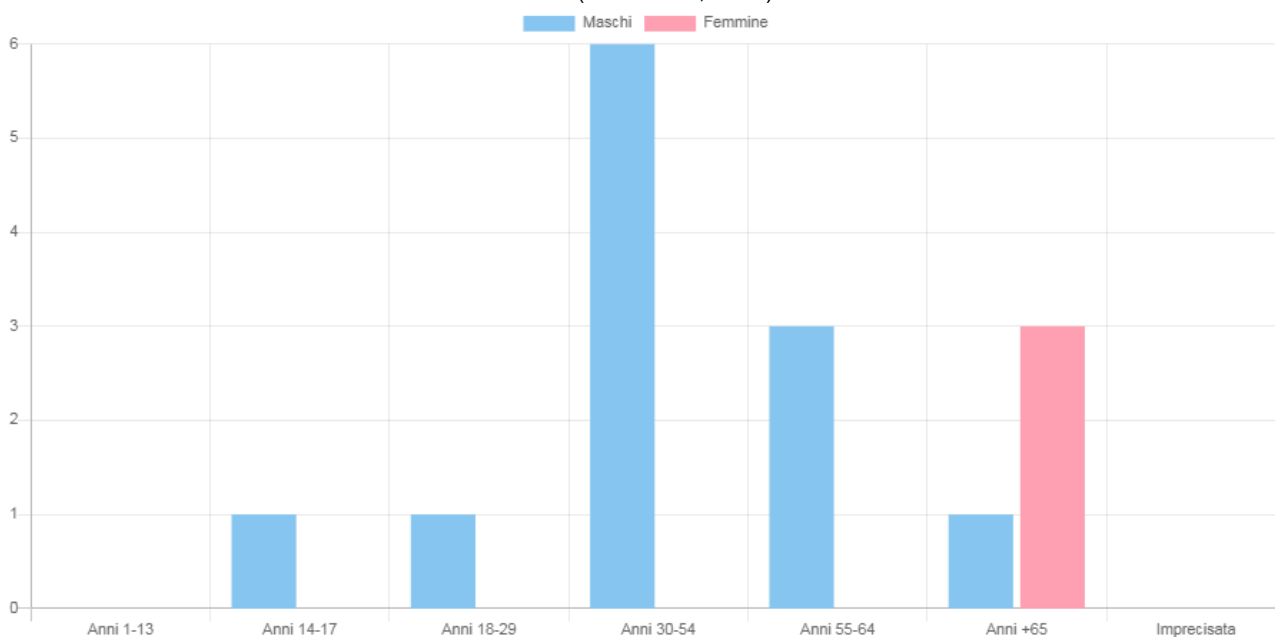


Figura 3-25 – Distribuzione per sesso ed età del numero di morti negli incidenti stradali nella provincia di Monza, anno 2022 (Fonte: ACI, 2023)



4 EFFETTI POTENZIALMENTE ATTESI

4.1 EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI CANTIERE

4.1.1 STIMA DEL RISCHIO INALATORIO

Nel paragrafo 2.3.1 sono riportate le concentrazioni previste nella fase di cantiere. Come descritto le simulazioni sono state effettuate attuando il principio di precauzione: è stata simulata la situazione emissiva peggiore che garantisce cautelativamente di considerare le condizioni meteo più sfavorevoli nel caso emissivo peggiore possibile.

Si sottolinea come tali assunzioni siano estremamente cautelative in quanto le emissioni simulate risultano essere di gran lunga superiori e, in particolare, per gli NO_x ed il PM_{2,5} pari a più del doppio rispetto a quelle stimate considerando il periodo temporale di 12 mesi consecutivi più emissivo (Tabella 4.1).

Tabella 4.1 – Confronto tra le emissioni simulate e quelle reali in un periodo temporale pari a 12 mesi per la fase di cantiere.

Fase di cantiere (anno peggiore)	NO_x (kg)	PM₁₀ (kg)	PM_{2,5} (kg)
Emissioni simulate	2'114,2	1'095,3	471,6
Emissioni stimate	1'018,7	430,6	200,0
Differenza %	+205%	+163%	+201%

Nonostante queste assunzioni le ricadute massime stimate all'interno del dominio di calcolo risultano molto contenute: le medie annue nel caso del PM₁₀ sono di poco superiori a 2 µg/m³, per il PM_{2,5} di poco superiori a 1 µg/m³ ed infine per l'NO₂ non superano i 8,0 µg/m³.

Infine, si deve tener conto che gli effetti specifici del rischio inalatorio sono relativi al rischio life-time, ipotizzando cioè che la popolazione sia esposta per 70 anni alle medesime concentrazioni, mentre il cantiere avrà una durata massima complessiva (e quindi inferiore per singola area) di soli 16 mesi (circa 335 giorni lavorativi).

Si ritiene pertanto non significativo l'impatto della fase di cantiere sulla salute della popolazione residente, sia in termini di valori incrementali, sia in termini di durata di esposizione.

4.1.2 VALUTAZIONE DEI RISCHI CONNESSI AL RUMORE

Le valutazioni previsionali impatto acustico dei diversi cantieri consentono le seguenti considerazioni finali:

- Il cantiere “nuova galleria” è quello che presenta la maggiore complessità e criticità. La notevole vicinanza degli edifici residenziali al cantiere e l'uso massiccio di macchine operatrici diverse hanno portato a prevedere nell'area oggetto d'intervento, livelli sonori eccedenti i limiti normativi, anche con l'utilizzo di dedicate barriere acustiche secondo necessità. Tale valutazione indirizza alla richiesta di deroga ai limiti normativi per un tempo legato alle lavorazioni più rumorose.
- Il calcolo previsionale per il cantiere SS36 ha evidenziato piccoli elementi di criticità, ai quali è possibile far fronte con dedicati interventi mitigativi di barriere acustiche mobili. Tali interventi consentono una sostanziale compatibilità con i limiti normativi.
- Per tutte le altre aree di cantiere sono previsti valori di impatto acustico compatibile con i diversi limiti normativi.
- Con specifico riferimento al traffico indotto dai diversi mezzi di cantiere è possibile affermare che per le più importanti infrastrutture come l'A52, l'A4, l'SS36 e Via Marconi, il traffico indotto non risulta significativo con un impatto decisamente trascurabile.

Come evidenziato le criticità presenti durante la fase di cantiere saranno limitate il più possibile attraverso opportune azioni mitigative, quali barriere acustiche mobili. Si ricorda inoltre che la maggior parte delle operazioni di cantiere e soprattutto quelle più importanti in termini di impatto acustico saranno effettuate in orario diurno.

Per le considerazioni sopra esposte si ritiene non significativo l'impatto della fase di cantiere sulla salute della popolazione residente, in ragione anche della durata limitata del cantiere (335 giorni complessivi, inferiore per le singole aree di cantiere).

4.2 EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI ESERCIZIO

4.2.1 STIMA DEL RISCHIO INALATORIO

Attraverso la metodologia descritta nei capitoli precedenti è stato calcolato il rischio incrementale a cui è soggetta la popolazione esposta all'aumento degli inquinanti atmosferici dovuti all'opera in esame. Di seguito i risultati ottenuti.

4.2.1.1 Rischio cancerogeno

Di seguito vengono presentate le mappe di rischio cancerogeno attribuibile alle emissioni incrementalmente dovute all'opera di potenziamento dell'interconnessione A4-A52 per gli inquinanti considerati. Le mappe si riferiscono al rischio life-time, ipotizzando cioè che la popolazione sia esposta per 70 anni alle medesime concentrazioni (concentrazioni medie annuali stimate dal modello di dispersione). Come già riportato in precedenza il valore di *unit risk* associato al rischio incrementale di sviluppare un cancro specifico per il PM_{2,5} è stato cautelativamente associato alle ricadute medie annue del PM₁₀.

Figura 4-1 – Variazione del rischio cancerogeno (per milione) associata alla variazione delle concentrazioni medie annue di PM₁₀.

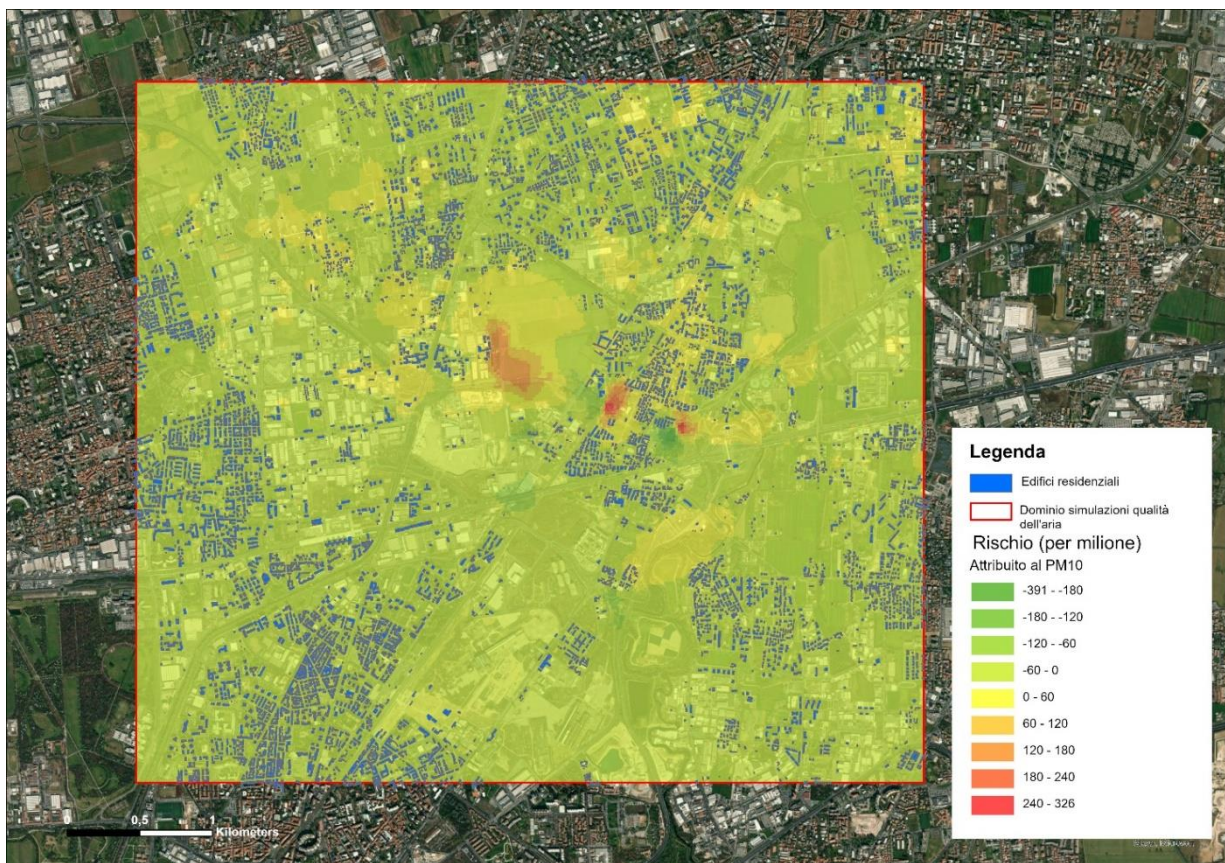


Figura 4-2 – Variazione del rischio cancerogeno (per milione) associata alla variazione delle concentrazioni medie annue di Benzene.

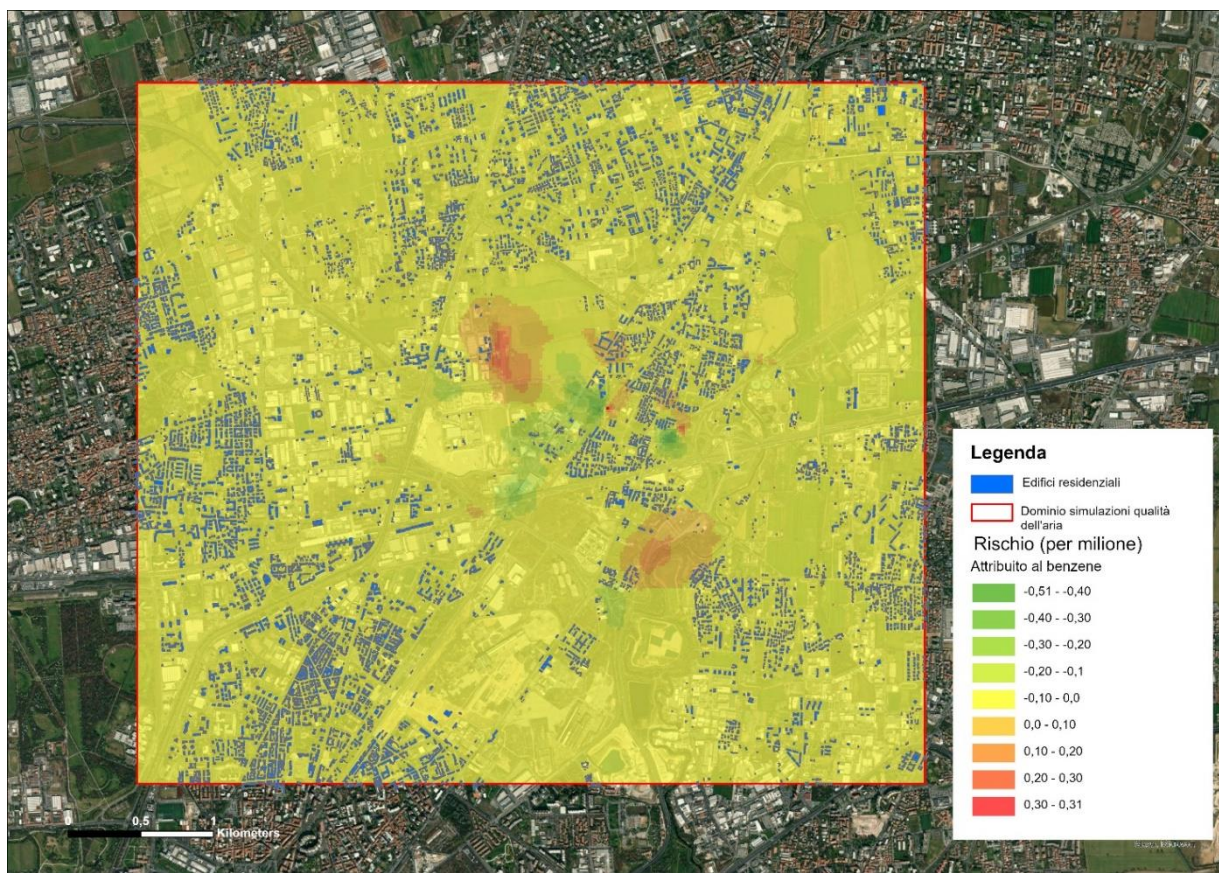
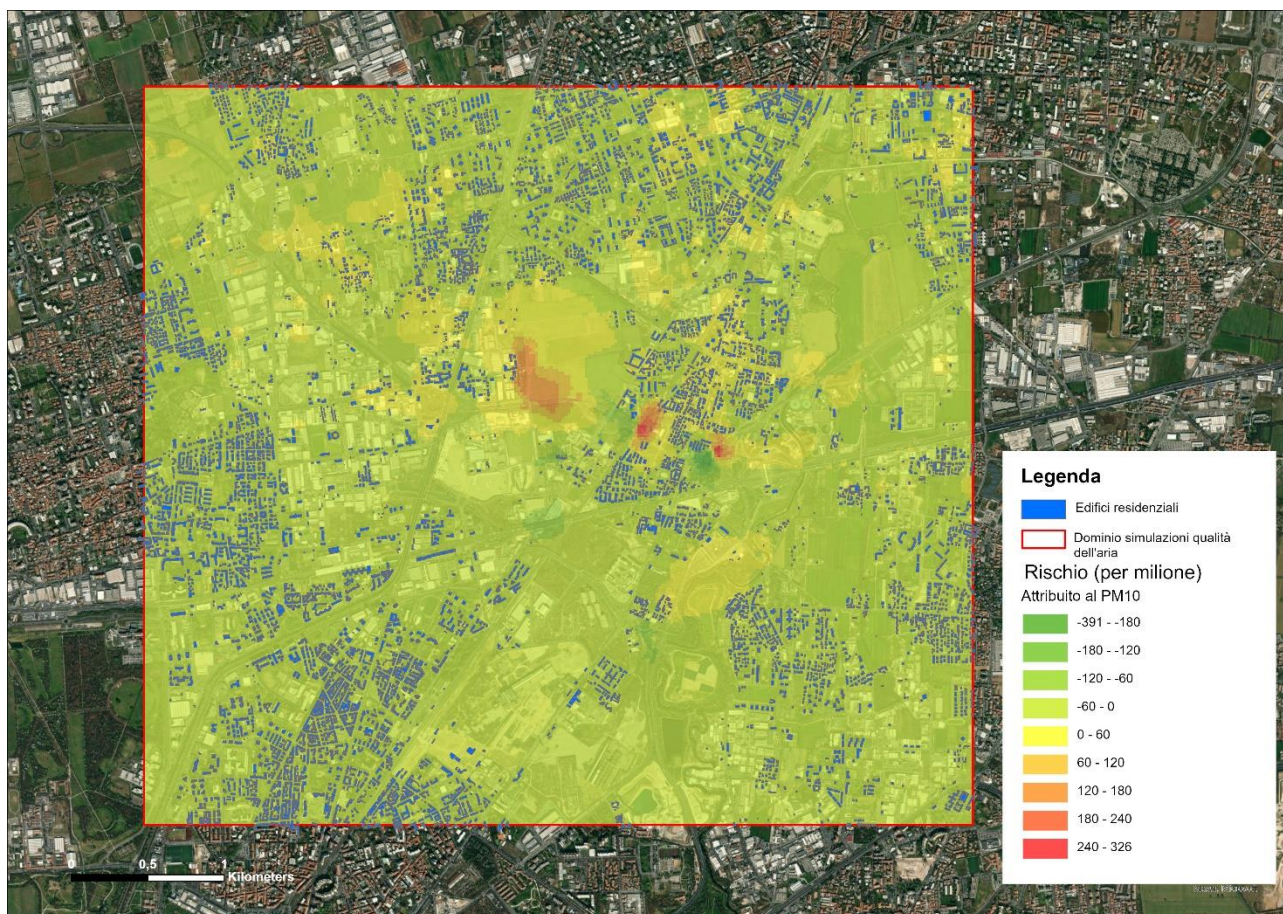


Figura 4-3 – Variazione del rischio cancerogeno totale (per milione) associato alla variazione delle concentrazioni medie annue di PM₁₀ e Benzene.



Per il calcolo della variazione del rischio complessivo per la popolazione soggetta alle ricadute generate dall'opera in esame, la mappa di variazione del rischio cancerogeno PM₁₀ e benzene è stata intersecata con gli edifici residenziali a cui è stato attribuito un numero di residenti secondo la metodologia descritta al paragrafo 2.1 ed è quindi stato calcolato il rischio addizionale di sviluppare un tumore in tutta la vita. Il calcolo della variazione di rischio è quindi determinato da due elementi principali, ovvero da un lato la variazione di concentrazione di PM₁₀ e benzene legata all'opera e dall'altro la distribuzione della popolazione esposta a tale variazione, oltre ovviamente al rischio unitario di cui al paragrafo 1.3.1.3.1.

Da tale calcolo si evidenzia che non sussiste un incremento del rischio di contrarre tumore dovuto alla realizzazione dell'opera di potenziamento dell'interconnessione A4-A52: l'esposizione a concentrazioni maggiori di PM₁₀ e benzene per aree limitate, porta ad un incremento di 0,054 casi sull'intero dominio, mentre l'esposizione a concentrazioni minori per aree più ampie, porta ad una riduzione di 0,22 casi sull'intero dominio. Entrambi i valori (inferiori ad 1 caso) non sono significativi e portano ad un bilancio positivo sulla salute umana in termini di riduzione dei casi (seppure molto contenuta).

4.2.1.2 Rischio di tossicità cronica

Il rischio per le sostanze non cancerogene si considera accettabile quando l'indice di pericolo complessivo, calcolato per ogni singolo organo bersaglio, risulta inferiore o uguale a 1.

Per calcolare il rischio complessivo legato al benzene non è sufficiente quindi valutare il rischio incrementale legato all'opera in esame, ma è necessario considerare anche la concentrazione di fondo a cui sono soggette le persone residenti all'interno del dominio di calcolo. Se infatti, dovesse succedere che le ricadute dell'opera in aggiunta al valore di fondo delle concentrazioni di benzene fossero superiori alla concentrazione di

riferimento (RfC) pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ciò comporterebbe una situazione di rischio non accettabile per la popolazione residente.

Dall'analisi della qualità dell'aria della zona (si veda il paragrafo 3.3.5 della componente Qualità dell'Aria e Clima) le centraline di monitoraggio che analizzano i livelli di benzene sono localizzate in area urbana all'interno del comune di Milano (Milano V.le Marche e Milano Pascal). Il valore massimo della concentrazione media annua misurato nel quinquennio 2018 - 2022 è stato pari a $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella centralina di Milano - V.le Marche per l'anno 2019. Considerare tale valore come rappresentativo della concentrazione di fondo risulta estremamente cautelativo in quanto rilevato in area urbana, ad alta connotazione residenziale e soggetto ad elevati flussi di traffico. L'incremento massimo dovuto all'opera in esame all'interno del dominio stimato dal modello è pari a $0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (in diminuzione rispetto allo scenario di riferimento). Risulta quindi che l'incremento delle concentrazioni di benzene associato alle concentrazioni di fondo rimane ben al di sotto della concentrazione di riferimento pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene. Si riscontra quindi un indice di rischio inferiore a 1 e di conseguenza non si hanno evidenze di rischio di tossicità cronica legato all'opera di potenziamento dell'interconnessione A4-A52.

4.2.2 VALUTAZIONE DEI RISCHI CONNESSI AL RUMORE STRADALE

Attraverso la metodologia descritta nel paragrafo 1.3.2 sono stati calcolati gli effetti nocivi dovuti al rumore stradale a cui è soggetta la popolazione residente nei pressi del dell'opera in esame. Di seguito i risultati ottenuti.

4.2.2.1 Rischio relativo alla cardiopatia ischemica

Per quanto riguarda la cardiopatia ischemica nel caso di rumore del traffico veicolare il numero totale dei casi soggetti a tale patologia si calcola utilizzando il tasso di incidenza nella zona presa in considerazione. Per il calcolo è stato quindi utilizzato il tasso di incidenza relativo all'anno 2017 (ultimo anno disponibile) della popolazione residente nel territorio di interesse dell'ATS Brianza pari a 0,57 casi su 1000 residenti.

Incrociando le curve di isolivello con la stima della popolazione residente all'interno del dominio di calcolo e applicando le formule messe a disposizione dell'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) si ottiene una frazione del rischio attribuibile al traffico veicolare pari a 0,235 sia per lo scenario post-operam che per quello ante-operam. Applicando la frazione attribuibile al totale della popolazione residente all'interno del dominio di calcolo pari a 17'047 residenti si ottiene un numero di casi soggetti a cardiopatia ischemica inferiore a 4 per entrambi gli scenari, non si evidenzia una variazione rilevante per lo scenario post-operam.

Globalmente all'interno del dominio considerato, grazie all'opera di potenziamento dell'interconnessione A4-A52, non si misura un incremento del rischio legato alle cardiopatie ischemiche.

4.2.2.2 Rischio assoluto di fastidio forte

Nella tabella seguente sono riportati i valori di rischio assoluto relativi al fastidio forte a causa del rumore da traffico veicolare e il numero di persone soggette ai differenti livelli di rumore L_{den} .

Tabella 4.2 – Rischio assoluto di fastidio forte a causa del rumore da traffico veicolare e numero di casi attribuibili all'interno del dominio di calcolo.

Classi di rumore L_{den}	Popolazione esposta		Rischio assoluto di fastidio forte	N. di casi	
	Ante-Operam	Post-Operam		Ante-Operam	Post-Operam
< 40	0	0	0,09	0	0
40 - 44	564	564	0,08	48	48
45 - 49	2279	2202	0,08	183	177
50 - 54	4708	4772	0,09	441	447

Classi di rumore L_{den}	Popolazione esposta		Rischio assoluto di fastidio forte	N. di casi	
	Ante-Operam	Post-Operam		Ante-Operam	Post-Operam
55 - 59	3984	4011	0,12	495	499
60 - 64	2843	2826	0,17	489	486
65 - 69	2000	2005	0,24	474	475
70 - 74	619	617	0,32	198	197
75 - 79	50	50	0,42	21	21
80 - 84	0	0	0,49	0	0
TOTALE	17'047	17'047	-	2'349	2'350

Come evidenziato dalla tabella, con la realizzazione dell'opera in esame, il numero complessivo di casi soggetti al fastidio forte dovuto al traffico veicolare all'interno del dominio di simulazione risulta pressoché invariato.

4.2.2.3 Rischio assoluto di disturbi gravi del sonno

Nella tabella seguente sono riportati i valori di rischio assoluto relativi ai disturbi gravi del sonno a causa del rumore da traffico veicolare e il numero di persone soggette ai differenti livelli di rumore L_{night} .

Tabella 4.3 – Rischio assoluto di disturbi gravi del sonno a causa del rumore da traffico veicolare e numero di casi attribuibili all'interno del dominio di calcolo.

Classi di rumore L_{night}	Popolazione esposta		Rischio assoluto di disturbi gravi del sonno	N. di casi	
	Ante-Operam	Post-Operam		Ante-Operam	Post-Operam
< 40	776	775	0,02	18	18
40 - 44	2'327	2'283	0,02	57	56
45 - 49	4'693	4'750	0,03	159	161
50 - 54	4'186	4'143	0,05	208	206
55 - 59	2'658	2'745	0,07	191	197
60 - 64	1'984	1'933	0,10	199	193
65 - 69	373	379	0,13	51	51
70 - 74	50	39	0,18	0	0
75 - 79	0	0	0,22	0	0
80 - 84	0	0	0,25	0	0
TOTALE	17'047	17'047	-	892	889

In analogia a quanto descritto nei paragrafi precedenti, grazie alla realizzazione dell'opera in esame, il numero complessivo di casi soggetti ai disturbi gravi del sonno dovuti al traffico veicolare all'interno del dominio di simulazione risulta in lieve diminuzione.

5 MISURE DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE SUGGERITE

Si rimanda a quanto previsto dagli studi di approfondimento delle singole matrici ambientali, il cui impatto sanitario è stato valutato (ovvero aria e rumore).

6 MISURE DI CONTROLLO DEGLI EFFETTI

In relazione alle analisi condotte sono state definite le misure di monitoraggio riportate di seguito.

Per il controllo degli effetti dell'infrastruttura in progetto in termini di qualità dell'aria, è stato elaborato un piano di monitoraggio dedicato per la componente qualità dell'aria, nel quale sono stati individuati tre punti di monitoraggio comuni per le fasi ante operam, corso d'opera (cantiere) e post operam, localizzati nelle vicinanze dei recettori più critici.

Per le attività di controllo degli effetti in termini di rumore è stato predisposto uno specifico piano di monitoraggio per gli aspetti acustici, nel quale sono state individuate le aree e i punti oggetto di verifica, sia per la fase di cantiere che per la fase di esercizio (ante e post operam), per un totale di 9 punti di monitoraggio.

Si rimanda ai contenuti del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle matrici di qualità dell'aria e di rumore del presente SIA per i dettagli metodologici ed attuativi delle attività di controllo indicate.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto riguarda la matrice salute, nel presente Studio di Impatto Ambientale relativo al potenziamento dell'interconnessione A52 - A4 è stata effettuata una valutazione della variazione del rischio sanitario al fine di stimare e valutare le conseguenze sulla salute umana attribuibili all'opera in esame in termini di probabilità che le stesse conseguenze si verifichino.

Per l'analisi sono state adottate le più recenti e aggiornate linee guida messe a disposizione da enti internazionali che permettono attraverso un processo tecnico-scientifico di stimare quantitativamente la variazione di rischio derivante dall'inalazione di sostanze tossiche o cancerogene e dall'esposizione al rumore ambientale legate all'opera in esame.

Rispetto al rischio cancerogeno per inalazione, l'analisi ha permesso di valutare che non sussiste un incremento del rischio di contrarre tumore dovuto alla realizzazione dell'opera di potenziamento dell'interconnessione A4-A52: l'esposizione a concentrazioni maggiori di PM₁₀ e benzene per aree limitate, porta ad un incremento di 0,054 casi sull'intero dominio, mentre l'esposizione a concentrazioni minori per aree più ampie, porta ad una riduzione di 0,22 casi sull'intero dominio. Entrambi i valori (inferiori ad 1 caso) non sono significativi e portano ad un bilancio positivo sulla salute umana in termini di riduzione dei casi (seppure molto contenuta).

Per il rischio legato all'inalazione di sostanze non cancerogene sono state analizzate le ricadute all'interno del dominio del benzene. L'incremento massimo del benzene dovuto all'opera in esame all'interno del dominio di calcolo risulta pari a 0,76 µg/m³ (in diminuzione rispetto allo scenario di riferimento). Risulta quindi che l'incremento delle concentrazioni di benzene associato alle concentrazioni di fondo (pari a 2,0 µg/m³ nella centralina di Milano – V.le Marche per l'anno 2019) rimane ben al di sotto della concentrazione di riferimento pari a 30 µg/m³ per il benzene. Si riscontra quindi un indice di rischio inferiore a 1 e di conseguenza non si hanno evidenze di rischio di tossicità cronica legato all'opera in esame.

Per quanto riguarda la cardiopatia ischemica nel caso di rumore del traffico veicolare sono state applicate le formule messe a disposizione dell'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS). Dalla stima si ottiene un numero di casi soggetti a cardiopatia ischemica inferiore a 4 per entrambi gli scenari ante e post-operam, in lieve miglioramento nel secondo caso. Globalmente all'interno del dominio considerato, grazie all'opera di potenziamento dell'interconnessione A4-A52, si ottiene quindi una lieve riduzione del rischio legato alle cardiopatie ischemiche.

Sempre grazie alle linee guida dell'OMS sono stati calcolati anche il rischio assoluto associato al rumore da traffico veicolare di fastidio forte e di disturbi gravi del sonno. In entrambi i casi valutando le persone soggette ai differenti livelli di rumore giornaliero (L_{den}) e notturno (L_{night}) è stato possibile constatare che il numero di casi nello scenario post-operam risulta in diminuzione o pressoché costante rispetto allo scenario ante-operam. L'opera in esame non comporterà quindi un peggioramento delle condizioni acustiche per i residenti della zona.

Si ricorda infine che tutti i risultati sono stati ottenuti adottando ipotesi cautelative e conservative.