

COMPLETAMENTO DELLO SVINCOLO STRADALE SULLA S.S.36 IN LOCALITA' PIONA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTA:



RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ING. PIETRO GUALANDI

DIRETTORE ESECUZIONE CONTRATTO
ING. EMANUELE FIORENZA

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
ING. GRAZIANO F. RUSTICO

3TI ITALIA S.p.A.
DIRETTORE TECNICO
Ing. Stefano Luca Possati
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma n. 20809

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (SIA)

(D.Lgs. n. 152/2006)

Parte 2 - Lo scenario di base

CODICE SIL		NOME FILE			REVISIONE	SCALA
N O M S M I 0 0 6 6 7		T00IA02AMBRE01A.pdf				
CODICE PROGETTO		CODICE ELAB.				
M S M I 0 6 D 2 2 0 1		T 0 0 I A 0 2 A M B R E 0 1			A	-
D						
C						
B						
A	EMISSIONE	LUG. 2022	S. DI POMPEO	A. BUGGE'	S. L. POSSATI	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

Sommario

1	L'INFRASTRUTTURA ATTUALE	3
1.1	Lo svincolo attuale di Piona.....	3
1.2	L'infrastruttura attuale: la dimensione di progetto.....	3
1.3	L'infrastruttura attuale: la dimensione operativa.....	6
2	IL CONTESTO AMBIENTALE.....	8
2.1	A – Popolazione e salute umana	8
2.1.1	Inquadramento tematico	8
2.1.2	Le principali fonti di disturbo	9
2.1.3	Il contesto demografico	11
2.1.4	Profilo epidemiologico sanitario.....	20
2.1.5	Fattori di pressione	43
2.2	B – Biodiversità	45
2.2.1	Inquadramento geografico e bioclimatico.....	45
2.2.2	La vegetazione potenziale e reale	46
2.2.3	La fauna	53
2.2.4	Ecosistemi	56
2.2.5	Le aree naturali tutelate	59
2.2.6	Le reti ecologiche	62
2.3	C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare	70
2.3.1	Inquadramenti territoriali.....	70
2.3.2	Inquadramento pedologico.....	70
2.3.3	Uso del suolo.....	71
2.3.4	Consumo di suolo.....	73
2.3.5	Capacità d'uso dei suoli	76
2.3.6	Patrimonio agroalimentare	77
2.3.7	Sistema colturale.....	78
2.3.8	La struttura e la produzione delle aziende agricole	82
2.4	D – Geologia e acque	85
2.4.1	Inquadramento tematico.....	85
2.4.2	Inquadramento geomorfologico.....	85
2.4.3	Inquadramento geologico.....	87
2.4.4	Stratigrafia.....	88
2.4.5	Sismicità	89
2.4.6	Pericolosità e rischio frane	96
2.4.7	Inquadramento idrogeologico	97
2.4.8	Inquadramento idrografico	100
2.4.9	Pericolosità e rischio alluvioni	103
2.4.10	Qualità delle acque superficiali.....	103
2.4.11	Qualità delle acque sotterranee	107
2.4.12	Vulnerabilità dell'acquifero	108
2.4.13	Siti di interesse nazionale e siti contaminati	108
2.4.14	Cave e discariche.....	110

2.5	E – Atmosfera	113
2.5.1	Inquadramento tematico	113
2.5.2	Normativa di riferimento	115
2.5.3	Inquadramento meteo-climatico	116
2.5.4	Analisi emissiva	151
2.5.5	Analisi dello stato della qualità dell'aria	157
2.5.6	I modelli di simulazione utilizzati	182
2.5.7	Lo scenario attuale: analisi delle concentrazioni	185
2.6	Sistema paesaggistico	202
2.6.1	Inquadramento tematico	202
2.6.2	Il contesto paesaggistico di area vasta	202
2.6.3	La struttura del paesaggio nell'area di intervento	217
2.6.4	Aspetti percettivi	224
2.7	G1 – Rumore	241
2.7.1	Sintesi contenutistica e metodologica	241
2.7.2	Quadro conoscitivo	245
2.7.3	Analisi dello scenario Ante Operam (Stato Attuale)	252
2.8	G2 – Vibrazioni	261
2.8.1	Normativa di riferimento	261

1 L'INFRASTRUTTURA ATTUALE

1.1 Lo svincolo attuale di Piona

L'opera oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale si colloca all'interno della "SS 36 del lago di Como e dello Spluga", ricadente in località Piona, appartenente al comune di Colico, nella provincia di Lecco.

La figura sottostante riporta un inquadramento territoriale in cui si inserisce tale opera.

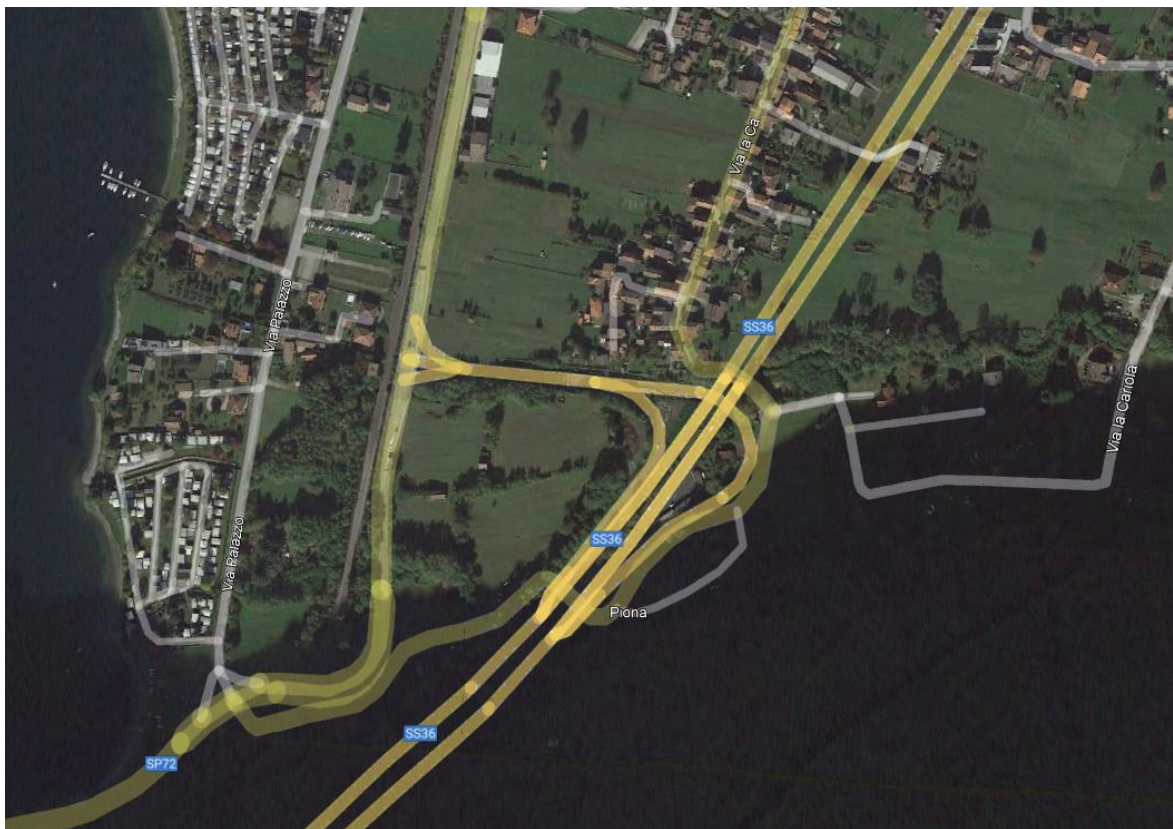


Figura 1-1 Svincolo di Piona, planimetria allo stato attuale

1.2 L'infrastruttura attuale: la dimensione di progetto

Allo stato attuale la strada statale 36 "del Lago di Como e dello Spluga" presenta, per il tratto di intervento, una piattaforma stradale a carreggiate separate con due corsie per senso di marcia. La carreggiata nord prosegue in direzione Sondrio, mentre la carreggiata sud prosegue in direzione Milano.

Lo svincolo si trova compreso tra due gallerie, la galleria Corte posta a nord e la galleria Monte Piazza posta a sud. Il tratto di viabilità a cielo aperto ha una lunghezza di appena 330 m. Nonostante la ridotta dimensione dell'intervento lungo la SS36, il tratto di strada in oggetto interferisce con il reticolo idraulico in due punti. Il primo punto di interferenza con il reticolo idraulico è ubicato allo sbocco della galleria Monte Piazza, dove è presente un tombino idraulico che convoglia le acque raccolte da una vasca ubicata a monte della SS36, a valle della stessa. L'altro punto di interferenza è ubicato all'imbocco della galleria Corte e riguarda il sottoattraversamento del torrente Merla.



Figura 1-2 – Sbocco del tombino idraulico al di sotto della SS36



Figura 1-3 – Sbocco sottoattraversamento torrente Merla

Sono inoltre presenti due interferenze con la viabilità locale, una rappresentata da un sottopasso stradale posto in via Cà di dimensioni pari a 5.00 m di larghezza per 4.30 m di altezza., riportato in Figura 1-4. Infine, è presente una galleria artificiale che permette il sottoattraversamento dell'attuale rampa di uscita al di sotto della SS36, visibile in Figura 1-3.



Figura 1-4 Sottopasso carrabile al di sotto della SS36

La viabilità vicinale, una volta a monte della SS36, si dirama in altre viabilità minori che raggiungono alcune abitazioni e un'osteria. A servizio di questo esercizio commerciale è presente anche un parcheggio.



Figura 1-5 – Viabilità vicinale a monte della SS36

Allo stato attuale, la rampa di ingresso e quella di uscita sono collegate alla Strada Provinciale 72 per mezzo di un'intersezione a raso. L'intersezione presenta corsie riservate per la svolta a destra, una corsia di accumulo per la svolta a sinistra dalla strada provinciale verso la SS36 e una corsia di attesa per l'immissione a sinistra dalla strada statale verso la provinciale, come mostrato nella vista satellitare in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** Parallelamente alla SP72 è presente la linea ferroviaria Tirano-Lecco. La stazione di Piona è posta circa 600 m più a nord dell'intersezione sopracitata.

Il torrente Merla, una volta sotto attraversata la SS36 è contenuto all'interno di un canale artificiale ad U. Questo passa al di sotto della rampa bidirezionale proveniente dalla galleria artificiale per mezzo di uno scatolare idraulico, prosegue in una sezione naturale fino al sottoattraversamento della SP72 e della linea ferroviaria Tirano-Lecco.

1.3 L'infrastruttura attuale: la dimensione operativa

Al fine di esaminare l'operatività dell'infrastruttura stradale oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale, non essendo disponibili studi di traffico effettuati lungo la SS36 in località Piona, è stato unicamente possibile stimare il suo flusso di traffico lungo e traffico circolante lungo le rampe di ingresso e di uscita attualmente presenti nello svincolo.

In particolare, tale stima è stata condotta a partire dai dati di traffico registrati lungo la sezione n.417, posta al km 59 + 037 della SS36, ipotizzando invariato il flusso lungo la SS36 tra la sezione disponibile e lo svincolo di Piona ed ipotizzando un flusso medio lungo la rampa di ingresso e di uscita pari al 10% del traffico medio circolante lungo la SS36 per i veicoli leggeri e del 5% per quelli pesanti. Sulla base di tali ipotesi, si riportano nella Tabella sottostante i risultati del traffico stimato su ogni arco di riferimento, distinto tra periodo diurno (06:00 – 22:00) e notturno (22:00 – 06:00) per veicoli leggeri e pesanti

Arco	TGM Veicoli leggeri		TGM Veicoli pesanti	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A	7443	873	843	124
C	744	87	42	6
B	6699	786	801	118
F	7123	1148	750	202
D	712	115	38	10
E	6411	1033	713	192
L	372	44	21	3
G	356	57	19	5

Arco	TGM Veicoli leggeri		TGM Veicoli pesanti	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
H	356	57	19	5
I	372	44	21	3

Tabella 1-1 Analisi dei flussi circolanti allo stato attuale



Figura 1-6 Schematizzazione dei flussi per lo svincolo di Piona allo stato attuale

2 IL CONTESTO AMBIENTALE

2.1 A – Popolazione e salute umana

2.1.1 Inquadramento tematico

L'obiettivo principale di questa analisi è quello di individuare le potenziali interferenze sullo stato di salute degli abitanti residenti in prossimità dell'area oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.

Si ritiene opportuno ricordare che nel 1948 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha finito la salute come "*uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non solamente l'assenza di malattia*".

Questa definizione amplia lo spettro di valutazioni che normalmente vengono effettuate per la caratterizzazione e l'analisi del fattore Salute umana, in quanto nella valutazione del benessere delle popolazioni o dei singoli individui coinvolti vengono introdotti anche gli elementi psicologici e sociali.

Pertanto, in un'ottica medico-sociale moderna, la salute è garantita dall'equilibrio tra fattori inerenti allo stato di qualità fisico-chimica dell'ambiente di vita e quelli riguardanti lo stato di fruizione degli ambienti e le condizioni favorevoli per lo svolgimento delle attività, degli spostamenti quotidiani e di qualsiasi altra azione quotidiana.

Attualmente si dispone di una conoscenza approfondita del legame esistente fra la salute e le concentrazioni di sostanze patogene alle quali si è esposti. La relazione fra salute e livelli quotidiani di inquinamento risulta, invece, molto più complessa; molte malattie, infatti, sono causate da una combinazione di più fattori, di ordine economico, sociale e di stile di vita e ciò rende difficile isolare gli elementi di carattere specificamente ambientale.

La caratterizzazione dello stato attuale del fattore ambientale in esame è strutturata in tre fasi:

- analisi delle principali fonti di disturbo per la salute umana;
- analisi del contesto demografico e della distribuzione della popolazione;
- analisi del profilo epidemiologico sanitario condotto attraverso il supporto di studi epidemiologici e di dati statistici.

La prima fase di analisi (cfr. par. 2.1.2) vede l'individuazione dei principali fattori che possono

avere effetti sulla salute umana.

Come riportato nel suddetto paragrafo, data la tipologia di opera in esame, sono state individuati i due ambiti nei quali ricercare le potenziali fonti di impatto sulla componente: il clima acustico e la qualità dell'aria.

Per quanto concerne la seconda e terza fase, dall'analisi delle caratteristiche dell'operatività dell'infrastruttura stradale, delle potenziali fonti di disturbo da esse generate e dalla disponibilità di dati relativi allo stato di salute della popolazione di interesse, sono stati raccolti i dati necessari alla caratterizzazione dello stato attuale della popolazione, sia dal punto di vista demografico e che epidemiologico (cfr. par. 2.1.3 e 2.1.4).

2.1.2 Le principali fonti di disturbo

L'obiettivo dello studio sullo stato di qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana è quello di verificare la compatibilità degli effetti diretti e indiretti del progetto con gli standard ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana.

Al fine di individuare le principali patologie che possono compromettere la salute dell'uomo, la prima operazione che è stata compiuta è l'individuazione delle potenziali fonti di disturbo derivanti dalle attività relative all'infrastruttura stradale in esame.

Nello specifico, le principali azioni che possono avere effetti sulla salute umana si riconducono in primo luogo alla produzione di emissioni atmosferiche ed acustiche ed in particolare alle attività di cantiere ed a quelle legate all'esercizio dell'opera suddetta.

Con riferimento agli effetti dell'inquinamento atmosferico sull'uomo, si è soliti distinguere effetti di tipo acuto a breve latenza ed effetti cronici. I primi si manifestano in modo episodico in occasione di picchi d'inquinamento e comportano disturbi che interessano principalmente l'apparato respiratorio ed il sistema cardiovascolare. Nel lungo termine invece, in alcuni soggetti possono svilupparsi malattie ad andamento cronico (broncopneumopatie croniche, tumori, ecc.).

I principali inquinanti che sono considerati nocivi per la salute umana e sono di interesse per il progetto in esame riguardano gli ossidi di azoto ed il particolato.

Il primo inquinante (NOx) è considerato un irritante polmonare che disturba la ventilazione, inibisce la funzione polmonare, incrementa la resistenza delle vie aeree, indebolisce la difesa contro i batteri, danneggia il sistema macrofagico, diminuisce l'attività fagocitaria, provoca edema polmonare, inattiva il sistema enzimatico cellulare, denatura le proteine e provoca le perossidazioni

dei lipidi. Gli ossidi di azoto possono inoltre essere adsorbiti sulla frazione inalabile del particolato. Queste particelle hanno la possibilità di raggiungere, attraverso la trachea e i bronchi, gli alveoli polmonari provocando gravi forme di irritazione e, soprattutto nelle persone deboli, notevoli difficoltà di respirazione anche per lunghi periodi di tempo.

In merito al Particolato, il sistema maggiormente interessato è l'apparato respiratorio e il fattore di maggior rilievo per lo studio degli effetti è probabilmente la dimensione delle particelle, in quanto da essa dipende l'estensione della penetrazione nelle vie respiratorie. Prima di raggiungere i polmoni, i particolati devono oltrepassare delle barriere naturali, predisposte dall'apparato respiratorio stesso. Alcuni particolati sono efficacemente bloccati; si può ritenere che le particelle con diametro superiore a 5 μm si fermano e stazionano nel naso e nella gola. Le particelle di dimensioni tra 0,5 μm e 5 μm possono depositarsi nei bronchioli e per azione delle ciglia vengono rimosse nello spazio di due ore circa e convogliate verso la gola.

Per quanto concerne l'esposizione al rumore, si specifica che l'immissione di rumore in un ricettore interferisce con il normale svilupparsi della vita del ricettore, determinando una condizione di disagio che si riflette sulla salute dei soggetti esposti con ripercussioni sulle varie sfere emotivamente sollecitabili.

Le conseguenze sull'uomo sono diverse e di differente entità in funzione della reattività specifica di ognuno: pregiudizio per sistema nervoso, apparato cardiovascolare e respiratorio. Gli effetti del rumore sull'organismo umano, quindi, sono molteplici e complessi, possono avere carattere temporaneo o permanente e possono riguardare specificatamente l'apparato uditivo, oppure interagire negativamente con altri fattori generando situazioni patologiche a carico del sistema nervoso o endocrino.

In fisiologia acustica gli effetti del rumore vengono classificati in tre categorie, denominate danno, disturbo e fastidio ("annoyance").

Gli effetti di danno si riferiscono ad alterazioni irreversibili o parzialmente irreversibili dovute al rumore che siano oggettivamente dal punto di vista clinico. L'azione patogena del rumore aumenta con il crescere dell'intensità sonora; non è tuttavia possibile stabilire un rapporto lineare relativo all'andamento dei due fenomeni, sia per la mancanza di una correlazione diretta tra incremento della potenza acustica recepita ed intensità della sensazione acustica provata, sia per il diversificarsi del danno in relazione alla entità dei livelli sonori impattanti. Si preferisce, pertanto, definire una serie di bande di intensità, i cui limiti sono stati delimitati sperimentalmente ed in corrispondenza delle quali tende a verificarsi un "danno tipo".

Gli effetti di disturbo riguardano, invece, le alterazioni temporanee delle condizioni psicofisiche del soggetto che determinano conseguenze fisiopatologiche ben definite sull'apparato cardiovascolare, sull'apparato digerente, sulle ghiandole endocrine, sul senso dell'equilibrio, sulla vista, sull'apparato respiratorio, sull'apparato muscolare, sulla psiche, sul sonno e sulla depressione e aggressività.

Gli effetti di annoyance, in ultimo, indicano un sentimento di scontentezza riferito al rumore che l'individuo sa o crede possa agire su di lui in modo negativo. Tale fastidio è la risposta soggettiva agli effetti combinati dello stimolo disturbante e di altri fattori di natura psicologica, sociologica ed economica.

Alla luce delle considerazioni effettuate sulla base di studi noti di letteratura, si può concludere che l'esposizione ad elevati livelli di rumore, porta ad un deterioramento dello stato di salute, per cui si avverte una condizione di scadimento della qualità della vita.

In virtù di quanto fin qui esposto sono state dunque prese in considerazione le principali patologie legate agli effetti attribuibili allo svolgimento delle attività di cantiere ed all'esercizio di una infrastruttura stradale e che possono essere:

- patologie cardiovascolari;
- patologie respiratorie;
- patologie polmonari;
- patologie tumorali;
- alterazioni del sistema immunitario e delle funzioni psicologiche e psicomotorie.

2.1.3 Il contesto demografico

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito regionale, provinciale e comunale. In particolare, lo scopo è quello di verificare se la presenza dell'infrastruttura rappresenta un fattore enfatizzante sul sistema antropico complessivo del territorio rispetto alla salute della popolazione.

Vengono inoltre presentati alcuni indicatori relativi al profilo socioeconomico, come il grado di istruzione ed il numero di occupati relativi al contesto comunale considerato.

La popolazione totale residente nella Regione, nella Provincia e nei Comuni appartenenti

all'area di studio sono riportati nelle tabelle seguenti, relativamente all'annualità 2021.

Secondo i dati dell'Istat¹, riferiti all'anno 2021, la popolazione residente in Lombardia è di circa 10 milioni di abitanti, distribuiti pressoché equamente tra circa 5 milioni di uomini e poco più di 5 milioni di donne.

Regione Lombardia			
Età [anni]	Uomini	Donne	Totale
0-4	197.183	187.285	384.468
5-14	485.877	456.432	942.309
15-24	502.543	461.087	963.630
25-34	537.991	515.309	1.053.300
35-44	653.479	636.005	1.289.484
45-54	833.271	815.182	1.648.453
55-64	695.772	717.672	1.413.444
65-74	527.978	593.586	1.121.564
75+	461.352	703.550	1.164.902
Totale	4.895.446	5.086.108	9.981.554

Tabella 2-1 Popolazione residente nella Regione Lombardia al 1° gennaio 2021 (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

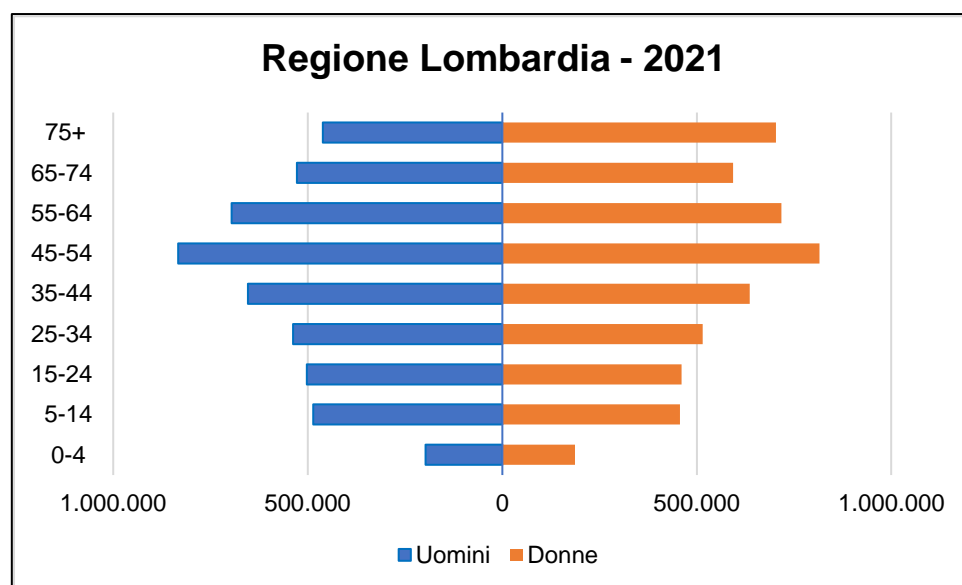


Figura 2-1 Distribuzione popolazione residente in Lombardia distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

Dalla Figura 2-1 è possibile evincere come sia distribuita la popolazione a livello regionale

¹ Demo – Geodemo Istat (<https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita>)

tra i due sessi nelle varie classi di età.

La popolazione tende a distribuirsi maggiormente nelle fasce tra i 35-44 e i 55-64 anni, con un picco che si registra in corrispondenza della classe 45-54 anni, per la quale emerge una leggera prevalenza della componente maschile (circa 833 mila) su quella femminile (circa 815 mila).

Per quanto concerne il contesto provinciale, nella Tabella 2-2 si riportano i dati inerenti alla provincia di Lecco ed al relativo numero di abitanti per l'annualità 2021. La popolazione provinciale si attesta attorno i 333 mila abitanti, ripartiti in 164 mila uomini e circa 169 mila donne.

Provincia di Lecco			
Età [anni]	Uomini	Donne	Totale
0-4	6.267	5.942	12.209
5-14	16.044	15.299	31.343
15-24	17.107	15.930	33.037
25-34	17.387	15.998	33.385
35-44	20.239	19.813	40.052
45-54	27.525	26.594	54.119
55-64	24.318	24.432	48.750
65-74	19.403	20.887	40.290
75+	16.399	23.985	40.384
Totale	164.689	168.880	333.569

Tabella 2-2 Popolazione residente nella Provincia di Lecco al 1° gennaio 2021 (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

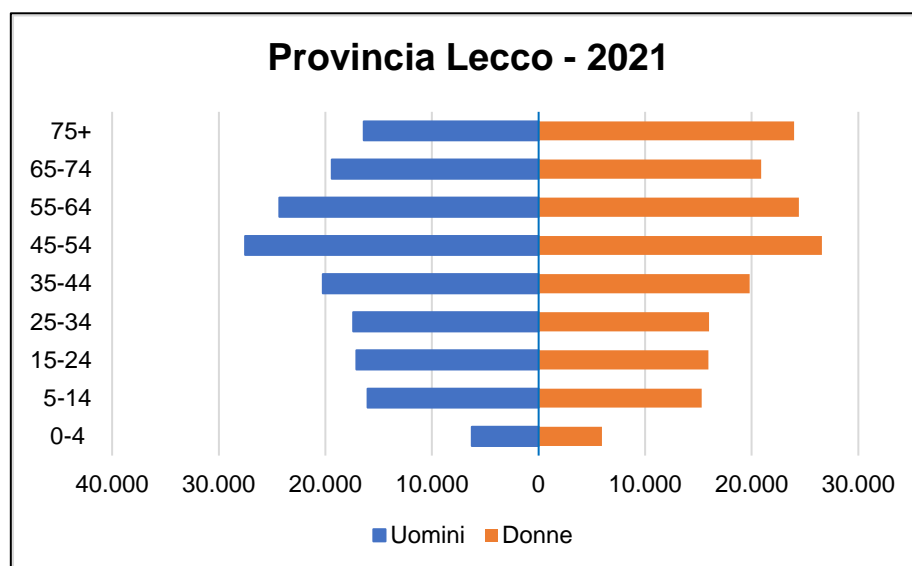


Figura 2-2 Distribuzione popolazione residente nella provincia di Lecco distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

I dati provinciali confermano quanto evidenziato per i dati regionali. Si può constatare infatti

che il range d'età più popoloso risulta essere quello tra i 35 e i 64 anni, con un picco registrato in corrispondenza della fascia 45-54 anni, che vede una lieve superiorità della componente maschile su quella femminile.

Relativamente al contesto comunale, nel seguito si riportano i dati demografici inerenti al Comune di Dorio e Colico, entrambi selezionati per dare un quadro più esaustivo dell'ambito demografico.

Per il Comune di Dorio la popolazione totale risulta essere pari a poco più di 300 abitanti, ripartiti pressoché equamente tra uomini e donne (cfr. Tabella 2-3 e Figura 2-3).

La popolazione totale residente per il Comune di Colico risulta invece pari a poco meno di 8 mila abitanti, ripartiti in circa 4 mila uomini e poco più di 4 mila donne (cfr. Tabella 2-4 e Figura 2-4).

Comune di Dorio			
Età [anni]	Uomini	Donne	Totale
0-4	7	4	11
5-14	7	2	9
15-24	18	25	43
25-34	16	10	26
35-44	20	12	32
45-54	25	27	52
55-64	26	26	52
65-74	17	26	43
75+	21	33	54
Totale	157	165	322

Tabella 2-3 Popolazione residente nel Comune di Dorio al 1° gennaio 2021 (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

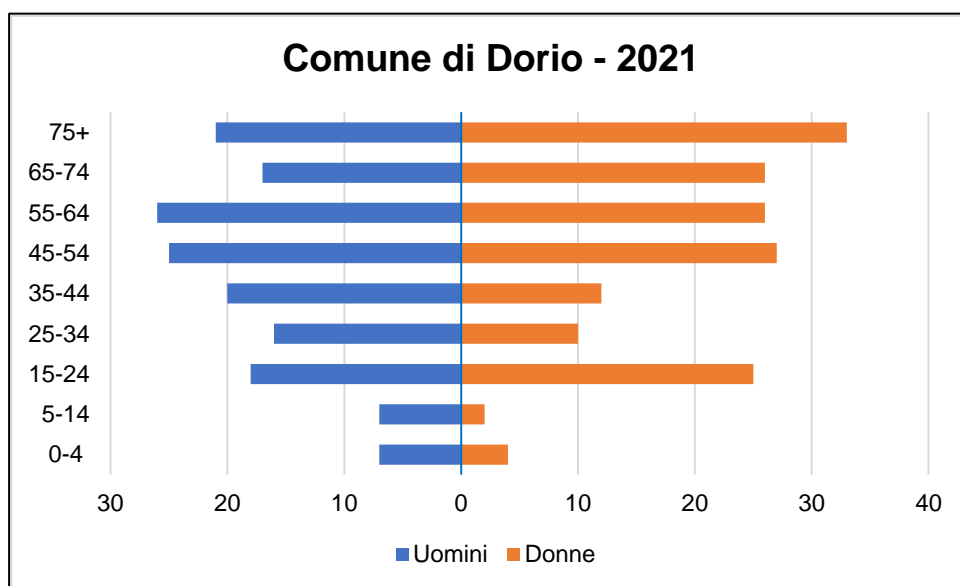


Figura 2-3 Distribuzione popolazione residente nel Comune di Dorio distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

Comune di Colico			
Età [anni]	Uomini	Donne	Totale
0-4	156	134	290
5-14	401	389	790
15-24	370	329	699
25-34	444	402	846
35-44	529	499	1.028
45-54	657	649	1.306
55-64	590	604	1.194
65-74	480	498	978
75+	332	507	839
Totale	3.959	4.011	7.970

Tabella 2-4 Popolazione residente nel Comune di Colico al 1° gennaio 2021 (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

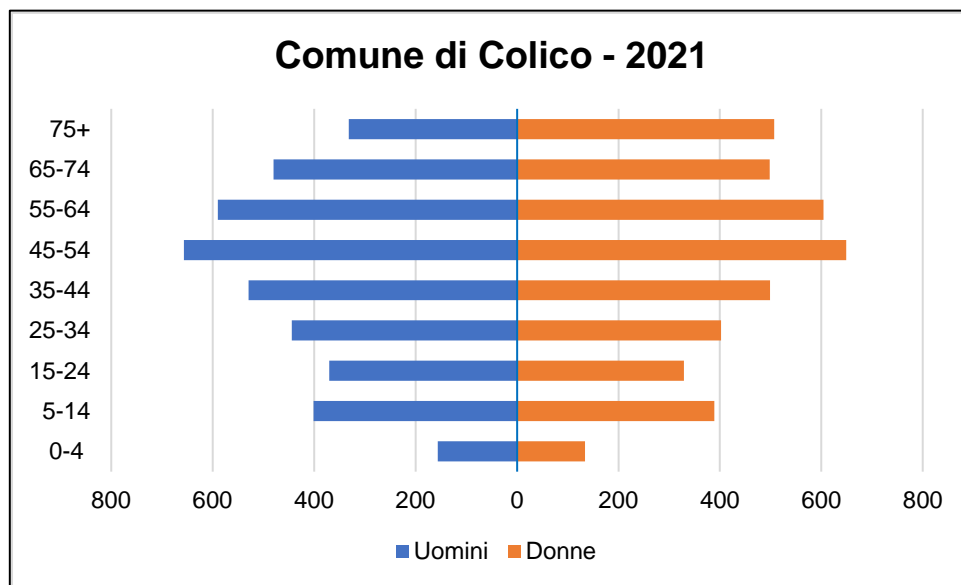


Figura 2-4 Distribuzione popolazione residente nel Comune di Colico distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita> - anno 2021)

Per il Comune di Dorio si confermano le considerazioni generali fatte in merito al contesto regionale e provinciale. Si può tuttavia evidenziare che, nonostante la popolazione si distribuisca maggiormente tra i 35 e i 64 anni, la classe d'età più popolosa risulta essere quella con più di 75 anni.

Considerazioni analoghe sono valide anche per il Comune di Colico, il quale mantiene una tendenza che ricalca quella del contesto regionale ma che vede la superiorità della classe tra i 45 e i 54 anni, che si conferma la più popolosa.

I due Comuni considerati appartengono entrambi all'ambito distrettuale di Bellano, il quale a sua volta ricade nel Distretto ATS di Lecco. Si precisa infatti che, a partire dal 2016, è stata istituita l'Agenzia di Tutela della Salute (ATS) della Brianza, che attualmente ha competenza territoriale sui 139 comuni dei territori delle Province di Monza e Brianza (55 comuni) e di Lecco (84 comuni), perfettamente coincidenti con le ex ASL della Brianza e di Lecco. I vecchi distretti (Bellano, Lecco e Merate) della ex ASL di Lecco costituiscono il territorio del nuovo Distretto ATS di Lecco (di cui ora sono Ambiti distrettuali) e dell'Agenzia Socio Sanitaria Territoriale (ASST) di Lecco; nell'area dell'ex ASL di Monza e Brianza, il vecchio distretto di Monza è ora Ambito del nuovo Distretto ATS di Monza, che coincide con il territorio dell'ASST di Monza, mentre i vecchi distretti ASL di Carate, Desio, Seregno e Vimercate costituiscono gli Ambiti distrettuali del nuovo Distretto ATS della Brianza e coincidono con il territorio dell'ASST della Brianza.

Dalla tabella che segue è possibile constatare come l'ATS della Brianza sia composta da 139 comuni distribuiti in maniera eterogenea tra le tre aree. Si può notare come la densità abitativa differisca in modo rilevante nell'area del Distretto di Lecco che coincide con la Provincia di Lecco, che è notevolmente meno urbanizzata, mentre è tra le più alte d'Italia nell'area dei Distretti di Monza e Vimercate che formano la Provincia di Monza e Brianza.

DISTRETTO	Ambito	Popolazione ISTAT 01/01/2021				AREA			
		MASCHI	FEMMINE	TOTALE	%	Km ²	%	Ab/Km ²	N. COMUNI
LECCO	Bellano	27.330	27.706	55.036	5%	458	38%	120	29
	Lecco	79.217	81.703	160.920	13%	218	18%	737	31
	Merate	58.142	59.471	117.613	10%	130	11%	904	24
MONZA	Monza	82.573	88.706	171.279	14%	48	4%	3.550	3
BRIANZA	Carate Brianza	75.313	78.205	153.518	13%	76	6%	2.019	13
	Desio	94.811	97.655	192.466	16%	60	5%	3.226	7
	Seregno	82.945	85.978	168.923	14%	80	7%	2.105	10
	Vimercate	90.866	93.061	183.927	15%	141	12%	1.302	22
Distretto LECCO		164.689	168.880	333.569	28%	807	67%	413	84
Distretto MONZA		82.573	88.706	171.279	14%	48	4%	3.550	3
Distretto BRIANZA		343.935	354.899	698.834	58%	357	29%	1.956	52
ATS BRIANZA		591.197	612.485	1.203.682	100%	1.213	100%	993	139

Tabella 2-5 Distribuzione territoriale della popolazione per distretto/ambito e genere (fonte: Territorio e Caratteristiche Demografiche – ATS Brianza²)

² UOC Epidemiologia ATS Brianza – Report Demografici (<https://www.ats-brianza.it/it/disposizioni-general/148-master-category/servizi-ai-cittadini/1637-demografia.html>)

Per quel che concerne il profilo socioeconomico, nel seguito sono riportati i dati relativi al tasso di alfabetizzazione ed alle principali occupazioni della popolazione per i due Comuni presi in considerazione nella presente analisi. Sono stati consultati i dati disponibili all'ultimo censimento ISTAT 2011, riportati nella tabella seguente.

Comune	Residenti totali con età ≥ 6 anni [n]	Residenti Alfabeti [n]	Tasso alfabetizzazione [%]
Colico	7.039	6.994	99,40
Dorio	326	--(*)	Circa 99
(*) Dato non disponibile			

Tabella 2-6 Tasso di alfabetizzazione comunale– Anno 2011 (fonte: <http://dati-censimentopopolazione.istat.it>)

Il tasso di alfabetizzazione per entrambi i Comuni considerati nell'anno 2011 si attesta attorno al 99%.

Nelle tabelle seguenti si riporta invece il grado di istruzione e il tasso di occupazione per i Comuni coinvolti nell'anno 2011.

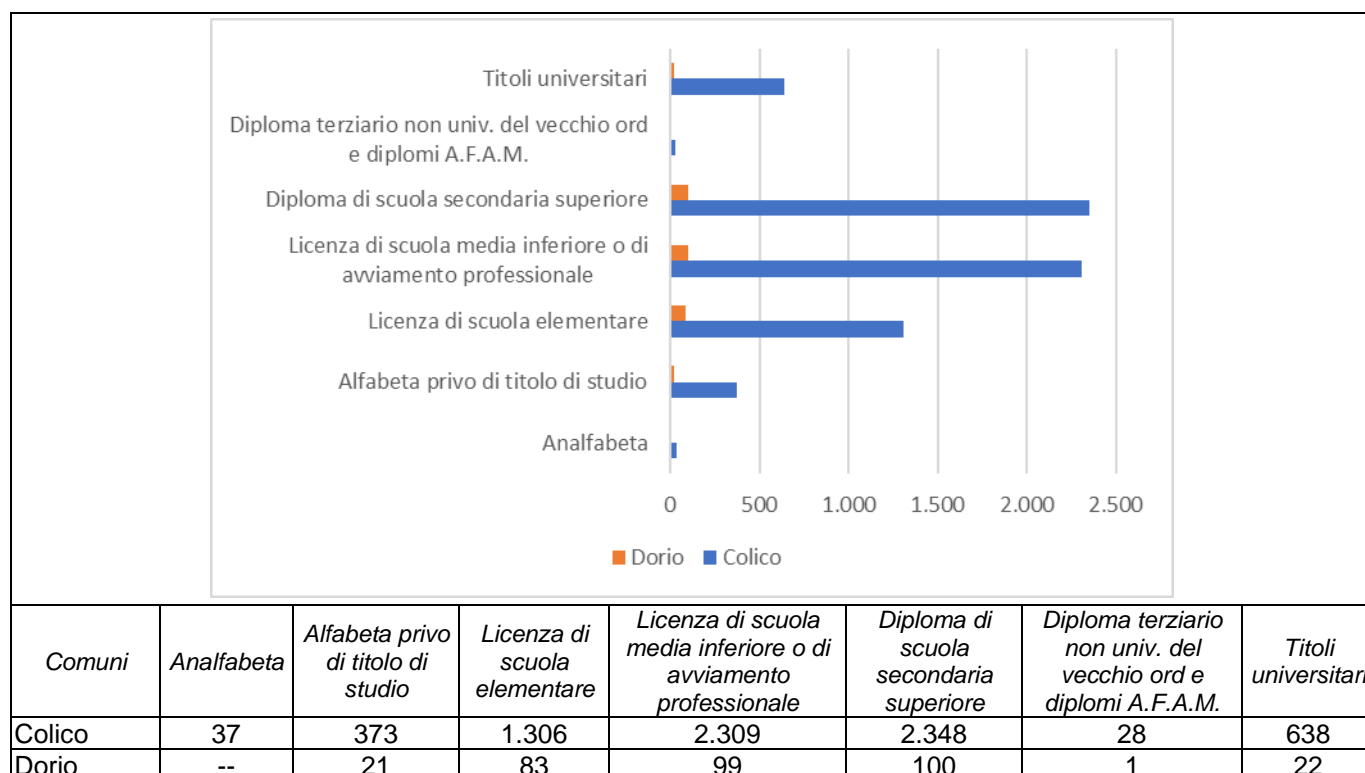
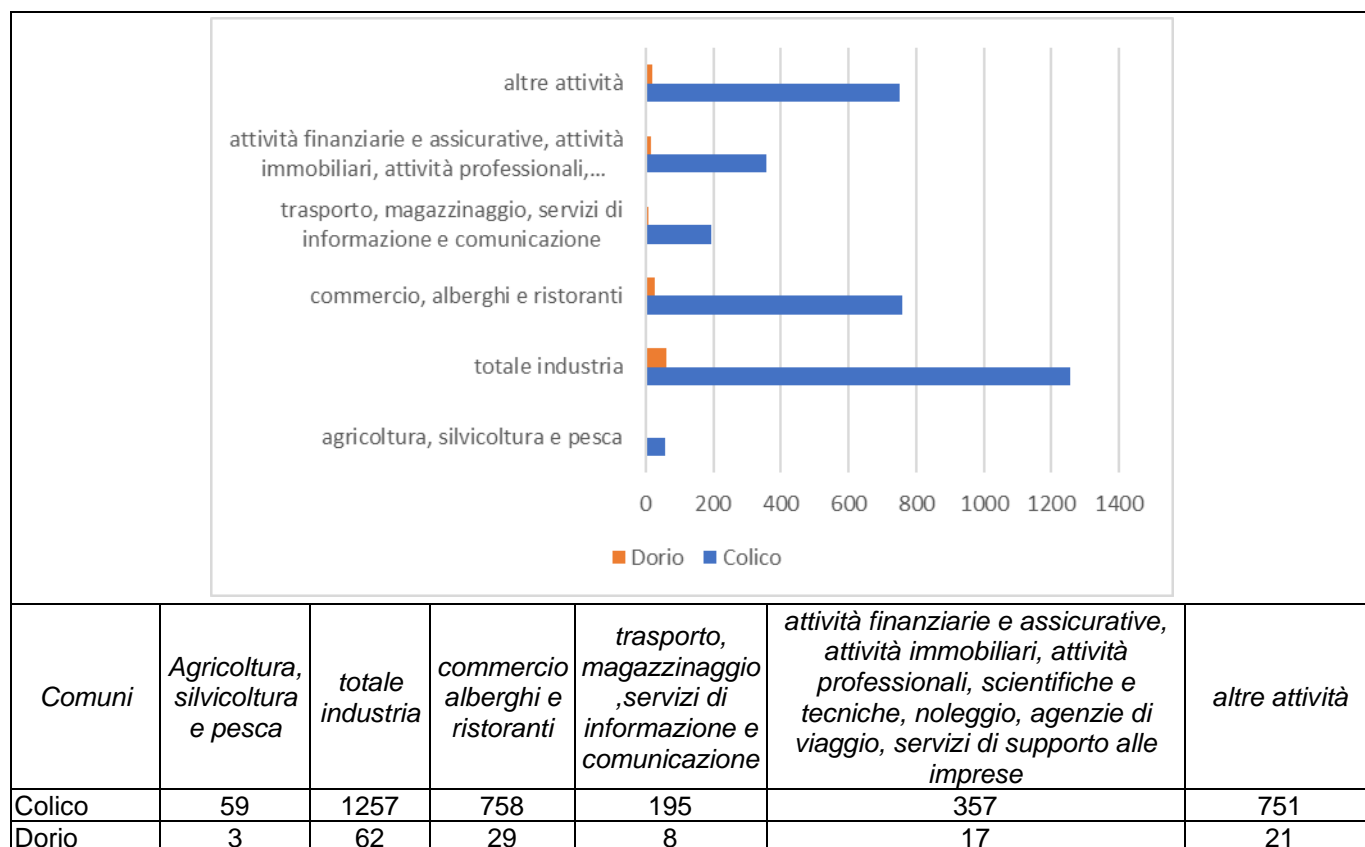


Tabella 2-7 Grado di istruzione comunale e distribuzione percentuale della popolazione residente > 6 anni– Anno 2011 (fonte: http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DICA_GRADOISTR1#)



Comuni	Agricoltura, silvicoltura e pesca	totale industria	commercio alberghi e ristoranti	trasporto, magazzinaggio, servizi di informazione e comunicazione	attività finanziarie e assicurative, attività immobiliari, attività professionali, scientifiche e tecniche, noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	altre attività
Colico	59	1257	758	195	357	751
Dorio	3	62	29	8	17	21

Tabella 2-8 Numero di occupati e loro distribuzione per sezioni di attività economica - Anno 2011 (fonte: http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DICA_CARATT_ATTIL_COM#)

In merito al grado di istruzione (cfr. Tabella 2-7) emerge che tra la popolazione con età ≥ 6 anni residente nei Comuni interessati, i gradi di istruzione più frequenti sono costituiti dal diploma di scuola secondaria superiore, seguito dalla licenza di scuola media inferiore o di avviamento professionale e dalla licenza di scuola elementare.

Per quanto concerne il tema dell'occupazione (cfr. Tabella 2-8) la sezione di attività economica maggiormente rappresentata nei comuni ricadenti nell'Area di Studio è quella rappresentata dal totale industria, seguita da "commercio, alberghi e ristoranti" e da "altre attività" (che comprendono per esempio il settore pubblico e quello sanitario). Le sezioni di attività economiche a minor occupazione sono invece quelle rappresentate da "attività finanziarie ed assicurative", seguite dal "trasporto, magazzinaggio, servizi di informazione e comunicazione" e da "agricoltura, silvicoltura e pesca".

2.1.4 Profilo epidemiologico sanitario

2.1.4.1 *Aspetti generali*

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione nell'area di studio sono state in primo luogo identificate le cause d'interesse per le quali analizzare gli indicatori epidemiologici presentati nel seguito.

La selezione di tali cause è stata effettuata sulla base di due criteri:

- evidenze epidemiologiche relative all'infrastruttura oggetto d'indagine, secondo gli orientamenti proposti dal progetto SENTIERI³.
- sulla base delle evidenze tossicologiche relative agli inquinanti identificati come d'interesse.

Seguendo gli orientamenti indicati dallo studio SENTIERI, per quanto riguarda gli indicatori sanitari da sottoporre a valutazione, vengono indicate due aree di interesse, una relativa al fenomeno della mortalità e l'altra riferita al fenomeno dell'ospedalizzazione.

Avendo riscontrato che tra le opere valutate nel sopracitato studio non ve ne è una assimilabile all'infrastruttura oggetto del presente documento, vengono dunque presi in esame gruppi di patologie di interesse generale sulla base di evidenze tossicologiche associate ad inquinanti maggiormente significativi.

Con tale obiettivo e sulla scorta delle indicazioni fornite dalle Linee guida del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) che prevedono, per la caratterizzazione del fattore "*Popolazione e salute umana*", il reperimento e l'analisi di dati di mortalità e morbosità, sono state dunque identificate le principali cause di decesso e ospedalizzazione associate ad inquinanti.

Sono, infatti, prese a riferimento le patologie associate all'emissione di sostanze nocive ed al potenziale disturbo (associato ad inquinamento acustico) a cui è potenzialmente sottoposta la popolazione e che sono presentate in fonti di letteratura riprese (ad esempio) nel progetto VIAS (Metodi per la Valutazione Integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'inquinamento

³ Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P (a cura di). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: valutazione della evidenza epidemiologica Epidemiol Prev 2010;34(5-6) Supplemento 3:1-96.)

atmosferico⁴).

Alla luce di quanto sin qui riportato, le patologie indicate in letteratura ed associate alle fonti di esposizione oggetto del presente studio, considerate sia come esiti di mortalità sia come ricoveri ospedalieri (se non diversamente specificato) sono quelle riportate nella tabella che segue.

Patologie

Tumori maligni

Tutti i tumori (mortalità) / Tutti i tumori maligni (morbosità)
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici (solo mortalità)
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni

Sistema cardiovascolare

Malattie del sistema circolatorio
Malattie ischemiche del cuore
Disturbi circolatori encefalo

Apparato respiratorio

Malattie dell'apparato respiratorio
Broncopneumopatia cronico ostruttiva - BPCO

Sistema nervoso e organi di senso

Malattie del sistema nervoso e organi di senso
Disturbi psichici (solo mortalità)

Tabella 2-9 Patologie potenzialmente connesse all'opera

In merito ai dati di mortalità, nel seguito sono riportati i dati registrati dall'Istat⁵, con riferimento all'ultima annualità disponibile rappresentata dal 2018, in termini di numero di decessi, tasso grezzo di mortalità e tasso di mortalità standardizzato, relativamente a tre livelli: provinciale, regionale e nazionale. Tale scelta ha lo scopo di verificare se, già allo stato ante operam, sussistono sostanziali differenze tra i tre livelli rispetto alle patologie potenzialmente collegate alle attività afferenti all'infrastruttura in esame.

Inoltre, per avere un quadro ancora più esaustivo della mortalità relativamente al contesto dei Comuni coinvolti, vengono mostrati alcuni tra i dati più recenti forniti dalla UOC di Epidemiologia della ATS Brianza⁶, per l'annualità 2018.

4 Metodi per la valutazione integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'Inquinamento atmosferico [Viias | Metodi per la Valutazione Integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'inquinamento atmosferico](#)

⁵ Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a dicembre 2021 <https://www.istat.it/it/archivio/14562>

⁶ UOC Epidemiologia ATS Brianza – Registri di Patologia (<https://www.ats-brianza.it/it/disposizioni-general/148-master-category/servizi-ai-cittadini/2054-registri-di-patologia.html>)

In merito alle formule associate a ciascun indice di mortalità sopra menzionato valgono le seguenti:

Tasso grezzo di mortalità

Dati ISTAT-HFA: $\frac{\text{Numero decessi}}{\text{Popolazione}} * 10.000$

Il tasso grezzo esprime il numero di decessi medio annuale che si verifica per ogni causa di mortalità ogni 10.000 residenti.

Tasso standardizzato di mortalità

Dati ISTAT-HFA: $\frac{\sum_i T_i * p_{se_i}}{\sum_i p_{se_i}} * 10.000$

Con:

- $T_i = n_i / p_i$ = tasso di mortalità nella popolazione in osservazione nella i -esima classe di età;
- n_i = eventi osservati in tutto il periodo nella popolazione in osservazione nella classe i -esima di età;
- p_i = popolazione residente nella i -esima classe di età;
- p_{se_i} = popolazione regionale nella i -esima classe di età.

Il tasso standardizzato rappresenta un indicatore costruito in modo "artificiale", che non corrisponde più esattamente al valore reale, ma che è adatto a confrontare i valori della mortalità tra periodi e realtà territoriali diversi per struttura di età delle popolazioni residenti.

Per quanto concerne i dati di morbosità, gli indicatori di livello provinciale, regionale e nazionale sono stati selezionati dal portale HFA dell'Istat⁷, relativamente all'annualità 2020, l'ultima a cui si riferiscono gli indicatori messi a disposizione.

Viene inoltre fatto brevemente cenno ad alcuni risultati messi a disposizione dall'UOC Epidemiologia dell'ATS Brianza in merito al tasso di ospedalizzazione standardizzato per età per

⁷ Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a dicembre 2021
<https://www.istat.it/it/archivio/14562>

l'anno 2015 nei vari ambiti e Distretti dell'ATS suddetta⁸. Tali dati, anche se inerenti all'annualità 2015, permettono di avere una panoramica dell'andamento del sopracitato indicatore sui differenti distretti, avendo così a disposizione informazioni dettagliate e maggiormente contestualizzate rispetto all'area oggetto del presente studio.

2.1.4.2 Mortalità

Ciascuna delle tabelle riportata nel seguito è relativa ad una specifica causa di mortalità analizzata su scala nazionale, regionale e provinciale. Per ciascuna patologia sono stati distinti i valori di mortalità per area territoriale di riferimento e sesso.

In primo luogo, in Tabella 2-10 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, si riportano i dati di mortalità messi a disposizione da Istat causati da tumori, prendendo in considerazione la totalità dei tumori, dei tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori	Lecco	572	449	36,69	28,44	34,97	20,22
	Lombardia	17.618	14.523	35,27	27,87	34,87	20,40
	Italia	99.854	80.449	34,01	25,98	32,60	19,32
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	Lecco	150	50	9,71	3,09	9,26	2,46
	Lombardia	4.724	2.130	9,48	4,09	9,30	3,14
	Italia	26.291	11.068	8,96	3,58	8,55	2,80
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Lecco	136	43	8,81	2,74	8,35	2,21
	Lombardia	4.219	1.949	8,46	3,74	8,30	2,89
	Italia	23.579	10.256	8,03	3,31	7,67	2,60

Tabella 2-10 Decessi avvenuti causa tumori (fonte: HFA 2021- anno 2018)

Per le tre tipologie di malattia, si può constatare che:

- Per la totalità dei tumori, i tassi standardizzati associati alla popolazione maschile registrano la lieve superiorità del dato di livello provinciale, che risulta essere pressoché confrontabile con quello regionale, a fronte di un tasso nazionale lievemente inferiore. Alla popolazione femminile sono invece associati tassi pressoché coerenti tra i tre contesti considerati, in cui

⁸ ATS Brianza – Lo stato di salute in Brianza (https://www.ats-brianza.it/images/pdf/epidemiologia/1-12_10_2019_Desio_ATS_Epid-Salute-Popol.pdf)

comunque tende a prevalere, seppur in maniera non particolarmente significativa, il dato regionale.

- Per i tumori maligni dell'apparato respiratorio, i tassi standardizzati che riguardano la popolazione maschile tendono a manifestare una certa coerenza tra il livello provinciale e regionale, risultando il valore nazionale (8,55) lievemente inferiore rispetto a quello delle altre due aree territoriali. Simili considerazioni sono valide anche per la popolazione femminile, per la quale tuttavia il tasso standardizzato nazionale (2,80) si colloca su livelli pressoché confrontabili con quelli provinciali, con una lieve prevalenza del dato regionale (3,14).
- Per i tumori maligni di trachea, bronchi e polmoni si conferma quanto già sottolineato per i tumori dell'apparato respiratorio. La popolazione maschile vede, infatti, la superiorità del tasso standardizzato provinciale contro il valore regionale di 8,30 e nazionale di 7,67; per la componente femminile, pur essendo pressoché in linea tra loro i tassi standardizzati relativi ai tre contesti territoriali, emerge comunque la lieve superiorità del dato regionale (2,89).

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare si fa riferimento alle malattie del sistema circolatorio, alle malattie ischemiche del cuore ed ai disturbi circolatori dell'encefalo, i cui valori di mortalità sono riportati rispettivamente in Tabella 2-11, in Tabella 2-12 e in Tabella 2-13.

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	Lecco	486	603	29,20	35,84	29,09	20,74
	Lombardia	13.609	18.043	27,71	35,13	28,69	20,96
	Italia	96.017	124.439	32,57	40,21	32,03	24,22

Tabella 2-11 Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2021- anno 2018)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	Lecco	164	156	9,65	7,98	9,25	4,71
	Lombardia	5.064	4.590	9,82	8,44	10,04	5,08
	Italia	32.765	29.669	11,09	9,58	10,84	5,82

Tabella 2-12 Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2021- anno 2018)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori encefalo	Lecco	121	166	7,01	9,85	7,17	5,70
	Lombardia	3.093	4.949	6,38	9,70	6,65	5,81
	Italia	22.062	33.372	7,51	10,79	7,39	6,52

Tabella 2-13 Decessi avvenuti per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2021- anno 2018)

Tra le tre differenti malattie legate al sistema cardiovascolare si evidenzia una netta differenza sia in termini assoluti di decessi, sia in termini di tasso di mortalità, caratterizzata da valori maggiori per le malattie del sistema circolatorio rispetto alle ischemie del cuore e disturbi circolatori dell'encefalo, poiché queste rappresentano una quota parte delle prime. Nonostante questa differenza tra le tre malattie, è possibile evincere come:

- Per le malattie del sistema circolatorio, emerge la superiorità del tasso standardizzato nazionale (32,03 per la popolazione maschile e 24,22 per quella femminile) a fronte del dato regionale e provinciale;
- Per le malattie ischemiche del cuore, si può constatare come, sia per la popolazione maschile che per quella femminile, gli indicatori standardizzati relativi ai tre contesti territoriali siano pressoché confrontabili tra loro, con una lieve prevalenza del valore di livello nazionale. Analoghe conclusioni possono essere tratte per i disturbi circolatori dell'encefalo.

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie bronco-pneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), si riportano i dati di mortalità rispettivamente nella Tabella 2-14 e nella Tabella 2-15.

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie apparato respiratorio	Lecco	122	99	7,55	6,70	7,65	3,91
	Lombardia	4.021	4.161	8,20	8,14	8,62	4,92

	Italia	27.010	24.746	9,20	8,00	9,09	4,91
--	--------	--------	--------	------	------	------	------

Tabella 2-14 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2021- anno 2018)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Lecco	46	28	2,94	1,81	2,98	1,06
	Lombardia	1.779	1.676	3,63	3,29	3,81	2,03
	Italia	13.532	10.520	4,61	3,40	4,55	2,10

Tabella 2-15 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: HFA 2021- anno 2018)

Per quanto concerne le patologie a carico dell'apparato respiratorio si può constatare che, per la totalità delle malattie (cfr. Tabella 2-14), i tassi standardizzati maschili e femminili risultano essere pressoché in linea tra i tre contesti territoriali, anche se i valori provinciali sono inferiori rispetto a quelli regionali e nazionali. Similmente, per le malattie polmonari croniche ostruttive, si può rilevare un quadro di sostanziale omogeneità per gli indicatori standardizzati dei tre livelli territoriali considerati, con il tasso nazionale che prevale su quello lombardo e della provincia di Lecco.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso si possono osservare le tabelle seguenti, in cui sono riportati i valori di mortalità relativi all'anno 2018 avvenuti a causa di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi. L'analisi della Tabella 2-16 evidenzia che per le malattie del sistema nervoso e organi di sensi, sia per la componente maschile che per quella femminile, pur emergendo una sostanziale omogeneità tra i tassi standardizzati di livello provinciale, regionale e nazionale, il dato lombardo risulta lievemente superiore rispetto agli altri due. Analoghe conclusioni possono essere tratte per i disturbi psichici (cfr. Tabella 2-17), per i quali emerge una lieve prevalenza degli indicatori standardizzati provinciali, sia per gli uomini che per le donne.

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di sensi	Lecco	74	91	4,20	4,84	4,09	2,91
	Lombardia	2.344	3.274	4,78	6,37	4,81	4,06
	Italia	12.997	16.625	4,43	5,38	4,28	3,48

Tabella 2-16 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso e organi di senso (fonte: HFA 2021- anno 2018)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi psichici	Lecco	50	110	2,76	6,24	2,84	3,44
	Lombardia	1.190	2.741	2,45	5,36	2,59	3,08
	Italia	8.171	16.460	2,78	5,33	2,77	3,09

Tabella 2-17 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: HFA 2021- anno 2018)

Dopo aver analizzato i dati forniti da Istat, nel seguito, con l'obiettivo di fornire un quadro ancora più esaustivo in merito alla mortalità relativamente ai Comuni coinvolti, si riportano alcune informazioni principali messe a disposizione dalla UOC Epidemiologia dell'ATS Brianza, la quale sintetizza le principali aggregazioni di cause di decesso per l'intera ATS e per i suoi ambiti distrettuali per l'anno 2018⁹.

Si sottolinea come l'ATS Brianza (Agenzia di Tutela della Salute) si componga, allo stato attuale, di tre Distretti (Distretto di Lecco, di Brianza e di Monza) a cui afferiscono diversi Ambiti distrettuali.

Per quanto concerne il caso in esame, il Distretto di Lecco comprende attualmente tre ambiti, quello di Bellano, Lecco e Merate. Il Comune di Colico, maggiormente interessato dall'infrastruttura in oggetto, appartiene all'ambito Distrettuale di Bellano e nella tabella che segue (cfr. Tabella 2-18) viene mostrato il numero di decessi per i tre ambiti del Distretto ATS di Lecco, ma anche per gli ambiti appartenenti al Distretto della Brianza e di Monza e per l'intera ATS Brianza. I dati mostrati evidenziano che 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. L'analisi territoriale indica una maggiore frequenza di decessi per patologie del sistema cardiocircolatorio nell'ambito distrettuale di Bellano e Monza e di patologia neoplastica negli altri territori.

⁹ UOC Epidemiologia ATS Brianza – Registro di Mortalità (<https://www.ats-brianza.it/it/disposizioni-general/148-master-category/servizi-ai-cittadini/2054-registri-di-patologia.html>)

Causa di morte	Bellano		Lecco		Merate		Desio		Monza		Carate Brianza		Seregno		Vimercate		TOTALE ATS	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Tumori	178	32,0	479	33,4	475	36,1	508	33,3	354	32,4	584	32,9	456	32,1	528	33,4	3.562	33,3
Malattie del sistema circolatorio	187	33,6	446	31,1	376	28,6	498	32,7	379	34,7	564	31,7	449	31,6	487	30,8	3.386	31,6
Malattie del sistema respiratorio	32	5,7	115	8,0	111	8,4	120	7,9	68	6,2	131	7,4	105	7,4	130	8,2	812	7,6
Malattie del sistema nervoso	26	4,7	82	5,7	74	5,6	61	4,0	46	4,2	109	6,1	63	4,4	68	4,3	529	4,9
Disturbi psichici e comportamentali	18	3,2	65	4,5	52	4,0	75	4,9	59	5,4	93	5,2	61	4,3	50	3,2	473	4,4
Traumatismi avvelenamenti ed alcune altre conseguenze di cause esterne	27	4,8	31	2,2	46	3,5	51	3,3	43	3,9	58	3,3	52	3,7	52	3,3	360	3,4
ALTRE CAUSE	89	16	216	15,1	180	13,7	212	13,9	144	13,2	238	13,4	233	16,4	268	16,9	1.580	14,8
TOTALE	557	100	1.434	100	1.314	100	1.525	100	1.093	100	1.777	100	1.419	100	1.583	100	10.702	100

Tabella 2-18 Mortalità per causa ed ambito distrettuale – 2018 (fonte: UOC Epidemiologia ATS Brianza – Registro di Mortalità)

Nella Figura 2-5 che segue viene invece riportato il grafico che consente di visualizzare la ripartizione delle principali cause di morte per decennio d'età dell'intera ATS Brianza per l'anno 2018¹⁰. La ripartizione delle cause di morte per classe di età evidenzia l'importanza relativa nei vari periodi di vita. Stante la numerosità assoluta di decessi che è inevitabilmente in aumento nelle classi più anziane, si può constatare la preponderanza delle cause violente sotto i 40 anni di vita, il progressivo incremento della quota di decessi per cardiovasculopatie (colore rosso nel grafico) e la frequenza nelle età intermedie ed elevate delle cause tumorali (colore azzurro).

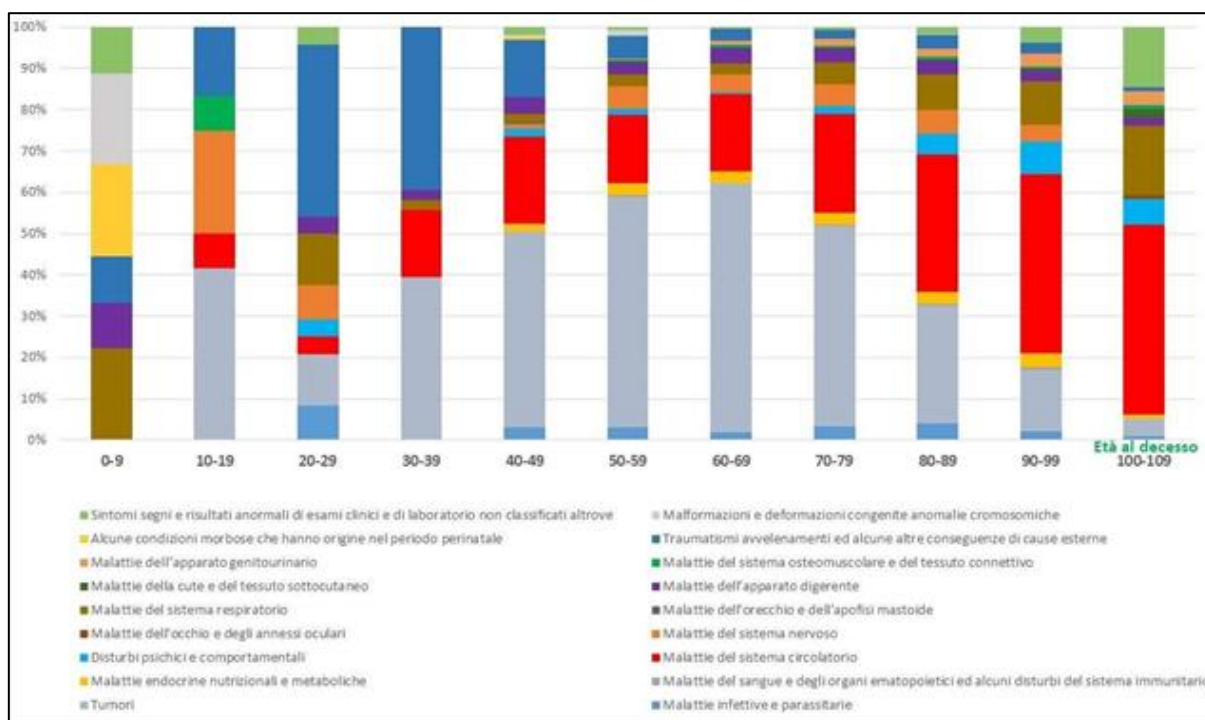


Figura 2-5 Ripartizione proporzionale delle principali cause di morte per decennio d'età per l'intera ATS Brianza – anno 2018 (fonte: UOC Epidemiologia ATS Brianza – Registro di Mortalità)

In aggiunta agli indicatori sin qui analizzati si riportano, grazie all'ausilio di mappe grafiche che agevolano la visualizzazione, i Rapporti Standardizzati di mortalità (SMR) dei residenti in ATS

¹⁰ UOC Epidemiologia ATS Brianza – Registri di Mortalità (<https://www.ats-brianza.it/it/disposizioni-general/148-master-category/servizi-ai-cittadini/2054-registri-di-patologia.html>)

Brianza per i principali raggruppamenti delle cause di mortalità nei due generi¹¹.

Si precisa che l'SMR è un indicatore che esprime il rapporto tra il numero di morti osservato in una popolazione ed il numero di morti atteso nella stessa popolazione se su questa agissero gli stessi tassi di mortalità specifici per alcune variabili di confondimento che agiscono su di una popolazione assunta come riferimento. Tale parametro è stato calcolato standardizzando per età, utilizzando i tassi di mortalità specifici per sesso ed età della Regione Lombardia.

Nelle figure che seguono vengono riportati diversi range di valori per il suddetto indicatore a cui è associata, per ciascun intervallo, una scala di colore. Ai fini dell'interpretazione, il valore 1 rappresenta il valore regionale, mentre valori superiori o inferiori indicano un eccesso o difetto di mortalità rispetto alla regione. Essendo un indicatore basato su un rapporto tra numeri, SMR può esprimersi con valori alti qualora nel territorio e nel periodo oggetto di analisi gli eventi attesi siano molto pochi (vicini allo zero), anche quando gli eventi effettivamente osservati sono pari a uno o di poco superiori.

In primo luogo, in Figura 2-6 e in Figura 2-7 vengono riportati rispettivamente i diversi intervalli di SMR dovuti a tumori per la popolazione maschile e per quella femminile. In linea generale, sia per gli uomini che per le donne, è possibile affermare che gli SMR dovuti a tumori che riguardano il Comune di Colico ricadono entro un range medio di variabilità rispetto al valore unitario.

¹¹ UOC Epidemiologia ATS Brianza – Registro di Mortalità (<https://www.ats-brianza.it/it/disposizioni-general/148-master-category/servizi-ai-cittadini/2054-registri-di-patologia.html>)

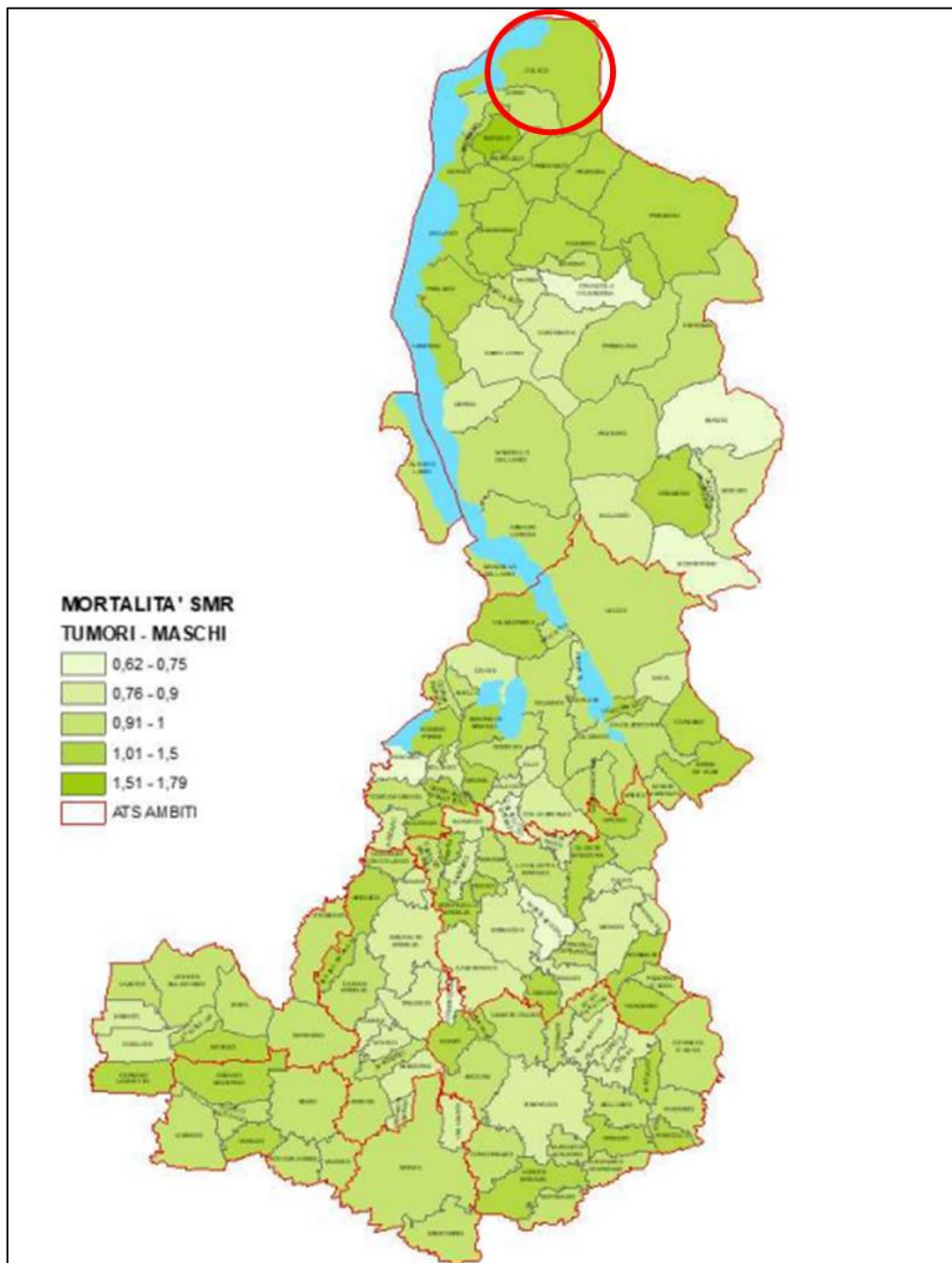


Figura 2-6 Mappa relativa alla distribuzione dell'SMR (Rapporto Standardizzato di Mortalità) dovuto a tumori nella popolazione maschile per i diversi ambiti e distretti dell'ATS Brianza. Cerchiato in rosso il Comune di Colico

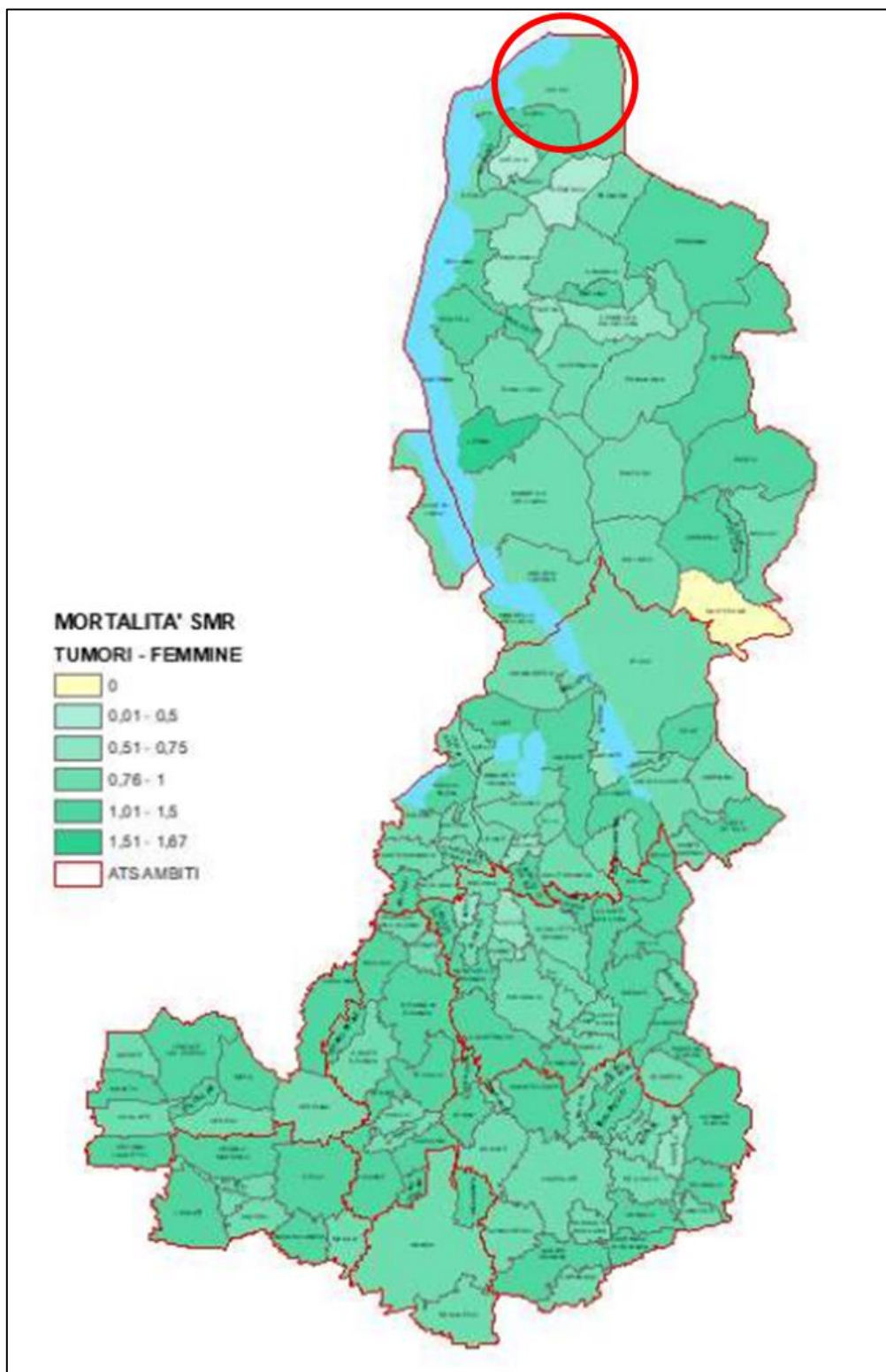


Figura 2-7 Mappa relativa alla distribuzione dell'SMR (Rapporto Standardizzato di Mortalità) dovuto a tumori nella popolazione femminile per i diversi ambiti e distretti dell'ATS Brienza. Cerchiato in rosso il Comune di Colico

Per quanto concerne le malattie a carico dell'apparato circolatorio si riportano la Figura 2-8 e Figura 2-9 rispettivamente per gli uomini e per le donne. Anche per tale tipologia di malattia è possibile rilevare come al Comune di Colico siano associati intervalli medi di variabilità dell'SMR rispetto al riferimento unitario, sia per la popolazione maschile che per quella femminile.

In ultimo vengono mostrate le mappe inerenti agli SMR dovuti a malattie dell'apparato respiratorio. Dalla Figura 2-10 e Figura 2-11 emerge come il Comune di Colico si collochi in un range di variabilità dell'SMR piuttosto basso, non denotando alcuna condizione di eccesso di rischio rispetto al riferimento unitario.

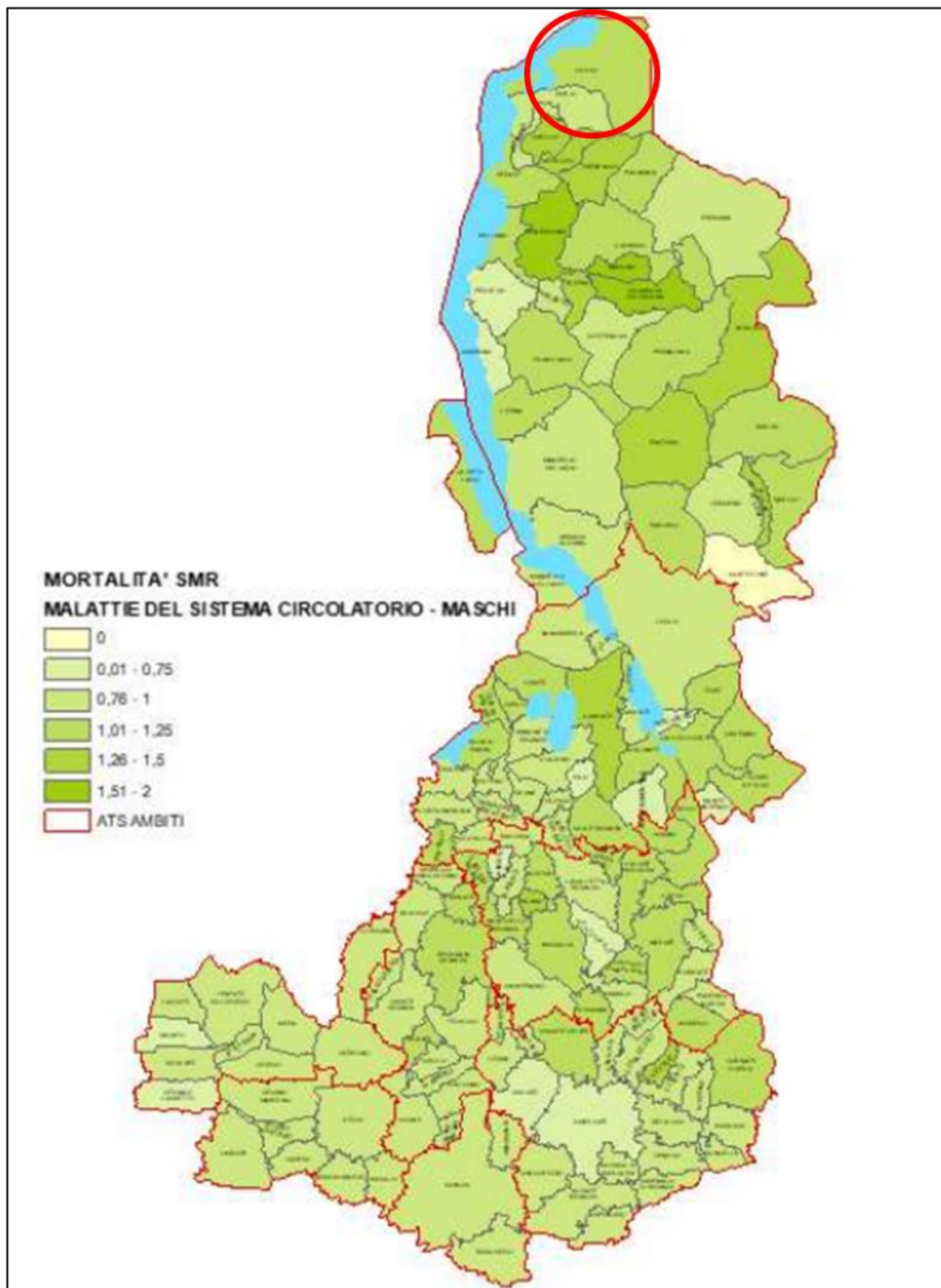


Figura 2-8 Mappa relativa alla distribuzione dell'SMR (Rapporto Standardizzato di Mortalità) dovuto a malattie del sistema circolatorio nella popolazione maschile per i diversi ambiti e distretti dell'ATS Brianza. Cerchiato in rosso il Comune di Colico

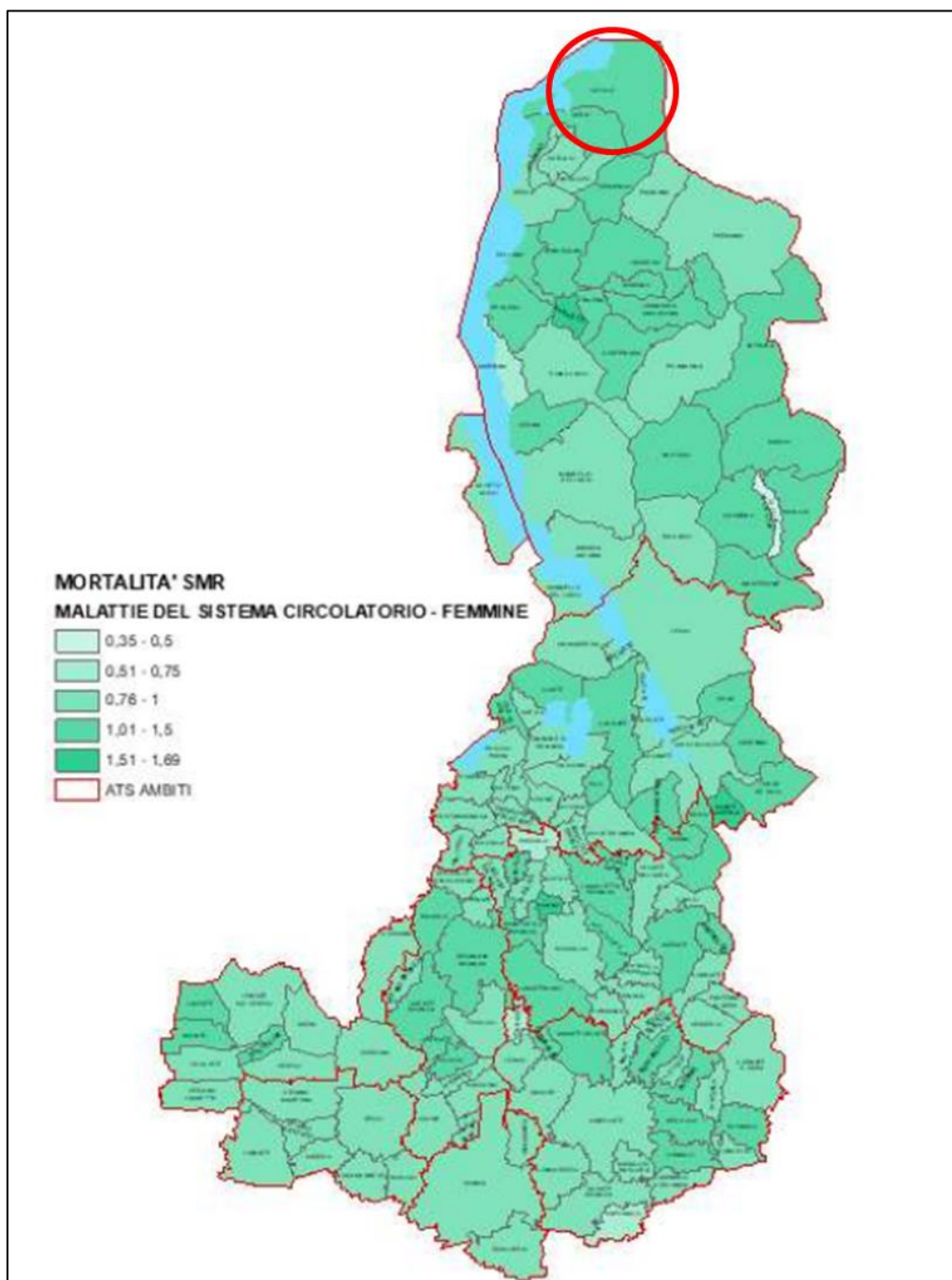


Figura 2-9 Mappa relativa alla distribuzione dell'SMR (Rapporto Standardizzato di Mortalità) dovuto a malattie del sistema circolatorio nella popolazione femminile per i diversi ambiti e distretti dell'ATS Brianza. Cerchiato in rosso il Comune di Colico

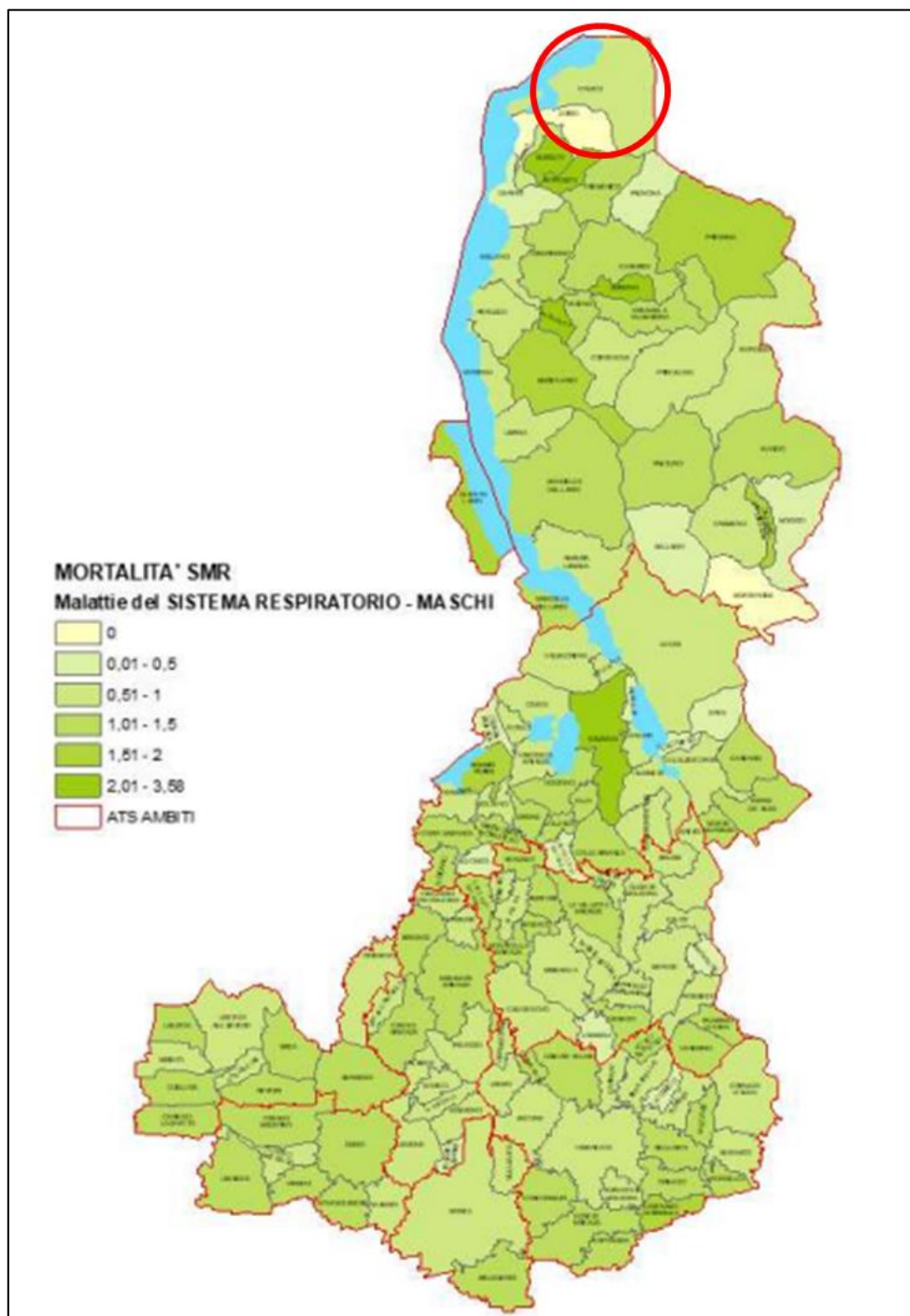


Figura 2-10 Mappa relativa alla distribuzione dell'SMR (Rapporto Standardizzato di Mortalità) dovuto a malattie del sistema respiratorio nella popolazione maschile per i diversi ambiti e distretti dell'ATS Brianza. Cerchiato in rosso il Comune di Colico

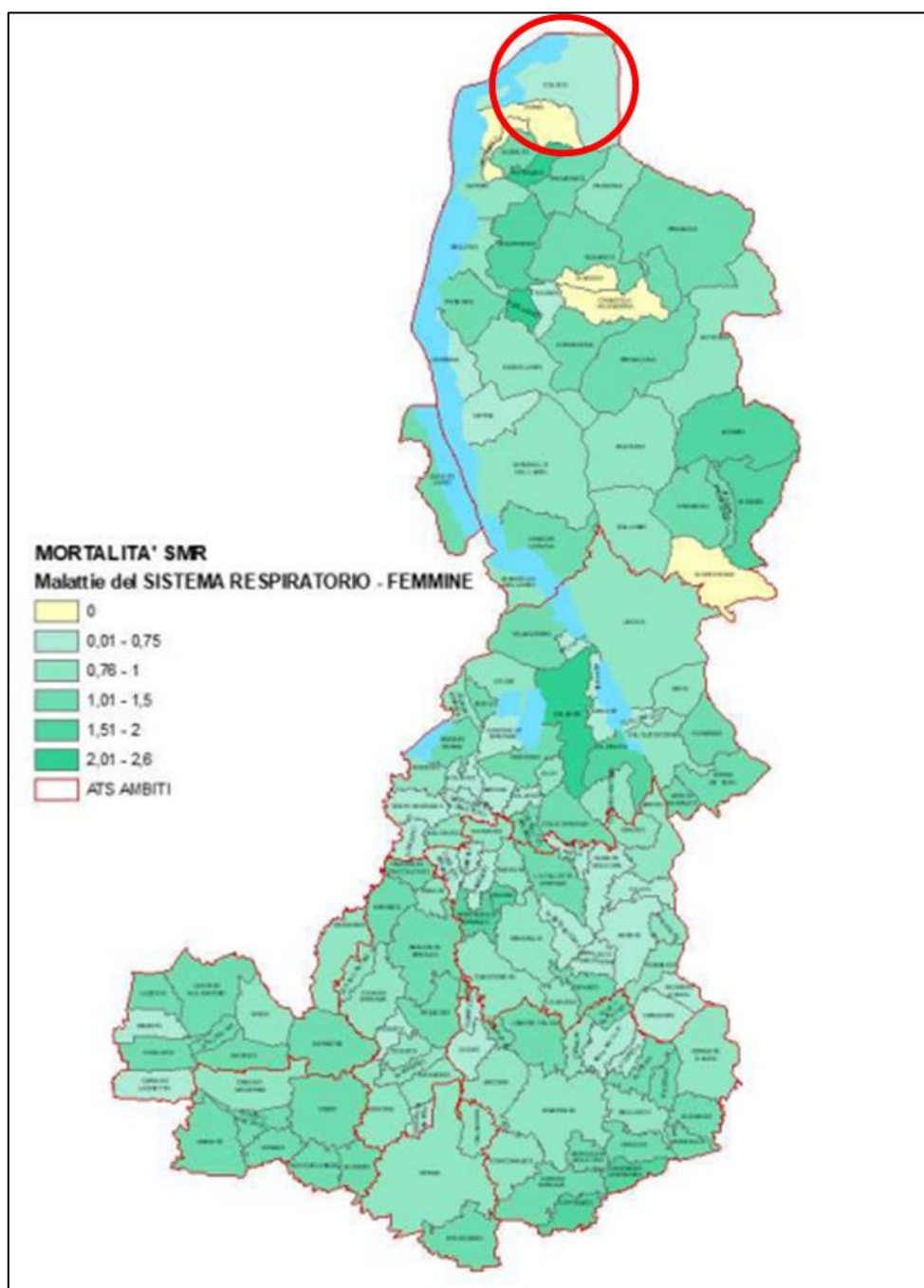


Figura 2-11 Mappa relativa alla distribuzione dell'SMR (Rapporto Standardizzato di Mortalità) dovuto a malattie del sistema respiratorio nella popolazione femminile per i diversi ambiti e distretti dell'ATS Brianza. Cerchiato in rosso il Comune di Colico

2.1.4.3 Morbosità

In questo paragrafo sono riportati in forma tabellare i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di dimessi, dal tasso grezzo di dimissione e dal tasso di dimissione standardizzato. I dati riportati sono forniti dall'Istat e sono relativi all'annualità 2020, l'ultima disponibile sul suddetto portale. Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di dimissione in cui i valori per area territoriale di riferimento sono distinti per sesso.

L'analisi termina facendo cenno ad alcuni dati forniti dall'ATS Brianza in merito al tasso di ospedalizzazione standardizzato per età per l'anno 2015 per i diversi distretti afferenti alla ATS Brianza¹².

In primo luogo, in Tabella 2-19, si riportano i dati di morbosità dei malati di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Lecco	1.245	1.105	75,47	65,21	68,41	53,78
	Lombardia	43.755	35.721	89,18	70,00	84,31	58,44
	Italia	296.504	246.026	102,95	81,15	95,16	68,22
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Lecco	105	54	6,37	3,19	5,71	2,58
	Lombardia	3.781	2.071	7,71	4,06	7,27	3,39
	Italia	27.015	14.437	9,41	4,76	8,66	3,95

Tabella 2-19 Dimissione dei malati di tumori (fonte: HFA 2021- anno 2020)

I tassi standardizzati di dimissione che emergono dalla Tabella 2-19 evidenziano che per la totalità dei tumori maligni, sia per gli uomini che per le donne, i valori nazionali risultano superiori a quelli regionali e provinciali. Analoghe considerazioni valgono per i tumori maligni di trachea, bronchi e polmoni.

Analogamente a quanto esplicitato per i tumori, in Tabella 2-20, in Tabella 2-21 e in Tabella 2-22 si riportano i valori di morbosità relativi alle patologie del sistema circolatorio, di cui fanno parte le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche e i disturbi circolatori dell'encefalo.

¹² ATS Brianza – Lo stato di salute in Brianza (https://www.ats-brianza.it/images/pdf/epidemiologia/1-12_10_2019_Desio_ATS_Epid-Salute-Popol.pdf)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	Lecco	2.625	1.719	158,71	101,41	142,95	72,37
	Lombardia	78.524	50.447	160,08	98,89	151,30	72,81
	Italia	502.657	340.303	174,57	112,27	161,22	83,55

Tabella 2-20 Dimissione dei malati di malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2021- anno 2020)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	Lecco	693	254	42,01	15,00	37,22	11,35
	Lombardia	23.634	8.782	48,19	17,22	44,91	13,32
	Italia	145.654	56.855	50,59	18,76	46,19	14,49

Tabella 2-21 Dimissione dei malati di malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2021- anno 2020)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori encefalo	Lecco	457	379	27,70	22,39	24,95	16,12
	Lombardia	12.322	11.139	25,13	21,84	23,74	15,78
	Italia	86.992	81.360	30,22	26,84	27,80	19,26

Tabella 2-22 Dimissione dei malati di disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2021- anno 2020)

Le tabelle appena mostrate evidenziano che, in linea generale, per le tre patologie a carico del sistema cardiovascolare (per la componente maschile e femminile), si può constatare la superiorità del tasso standardizzato di dimissione nazionale rispetto a quello degli altri due contesti territoriali.

In particolare, in via esemplificativa, si può considerare la totalità delle malattie del sistema circolatorio (cfr. Tabella 2-20) per le quali il tasso standardizzato nazionale maschile (161,22) è superiore al dato provinciale (142,95) ed anche a quello lombardo (151,30); la popolazione femminile mostra altresì un tasso standardizzato nazionale (83,55) maggiore del livello provinciale (72,37) e regionale (72,81).

I valori di morbosità corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio sono riportati in Tabella 2-23 e in Tabella 2-24, distinguendo le malattie dell'apparato respiratorio dalle malattie polmonari croniche ostruttive (BPCO).

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie apparato respiratorio	Lecco	2.490	1.563	150,95	92,32	140,03	75,30
	Lombardia	79.407	52.561	161,92	103,04	156,50	83,88
	Italia	365.224	268.592	126,84	88,60	120,72	70,88

Tabella 2-23 Dimissione dei malati di malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2021- anno 2020)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Lecco	58	58	3,52	3,43	3,30	2,63
	Lombardia	2.488	2.048	5,07	4,01	4,99	3,17
	Italia	11.603	9.405	4,03	3,10	3,90	2,58

Tabella 2-24 Dimissione dei malati di malattie BPCO (fonte: HFA 2021- anno 2020)

Dall'analisi della Tabella 2-23 e della Tabella 2-24 si può notare in linea generale come, sia per la popolazione maschile che per quella femminile, i tassi standardizzati lombardi prevalgano rispetto a quelli di livello provinciale e nazionale.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso si evidenziano i valori di morbosità relativi alle malattie di tale sistema, riportati in Tabella 2-25.

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Lecco	583	520	35,34	30,71	33,78	28,69
	Lombardia	17.412	16.242	35,49	31,84	34,46	29,14
	Italia	126.973	118.983	44,06	39,22	42,79	36,39

Tabella 2-25 Dimissione dei malati di malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2021- anno 2020)

I tassi standardizzati inerenti alle dimissioni per malattie del sistema nervoso mettono in luce un quadro in cui gli indicatori standardizzati di livello nazionale (42,79 per la popolazione maschile e 36,39 per quella femminile) sono superiori a quelli lombardi e provinciali.

Il quadro relativo alla morbosità termina con un breve cenno ai tassi di ospedalizzazione standardizzati per età che, seppur inerenti all'anno 2015, permettono di avere una panoramica dell'andamento del sopraccitato indicatore sui differenti distretti, avendo così a disposizione

informazioni dettagliate e maggiormente contestualizzate rispetto all'area oggetto del presente studio¹³. Si precisa che tali parametri sono stati ricavati tramite una standardizzazione diretta per età e sesso sulla popolazione lombarda (ogni 1.000 residenti) e che i ricoveri considerati sono degenze in regime ordinario finanziate dal SSR nel 2015 ed erogati in Regione Lombardia.

La Figura 2-12 mostra che il tasso di ospedalizzazione standardizzato per età, calcolato al netto dei ricoveri fuori regione, presenta nell'ATS della Brianza valori inferiori rispetto alla Regione, con l'eccezione del distretto di Bellano (che si colloca a livello più alto (118,3) rispetto al valore regionale (115,6) di quasi tre punti percentuali). Si tratta di un segnale di una situazione (ambito distrettuale di Bellano) meritevole di approfondimento, perché potrebbe indicare una effettiva maggiore fragilità della popolazione.

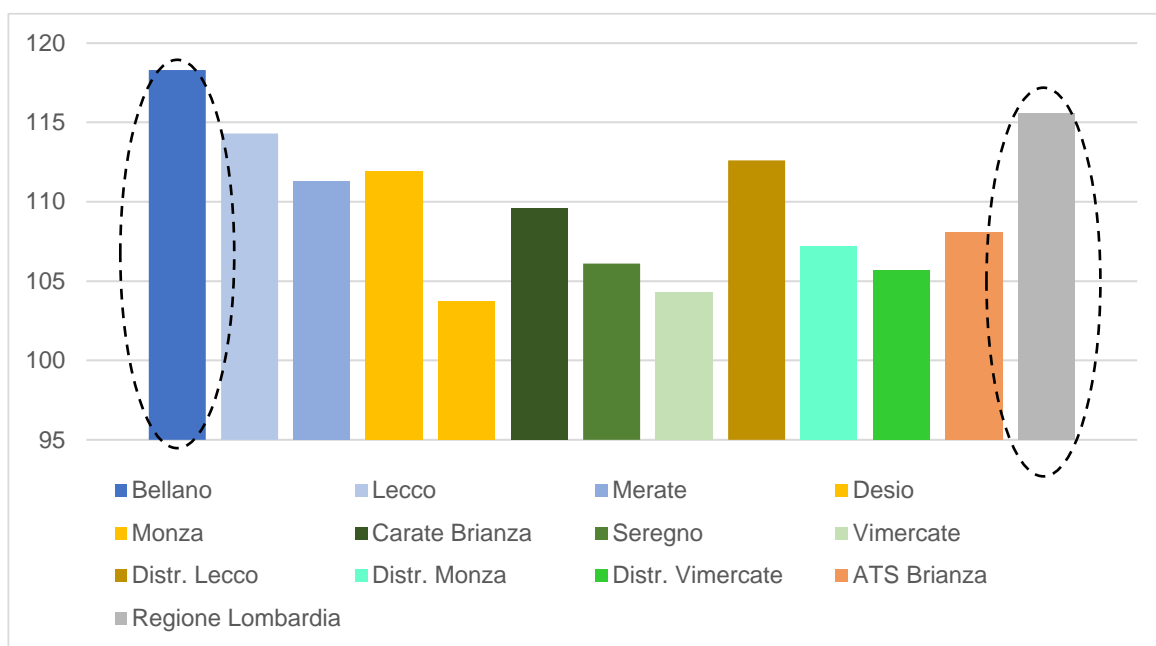


Figura 2-12 Andamento del tasso di ospedalizzazione standardizzato per età nei vari ambiti e Distretti della ATS Brianza – anno 2015. Tratteggiate le colonne, rispettivamente blu e grigia, dell'ambito distrettuale di Bellano e della Regione Lombardia

¹³ ATS Brianza – Lo stato di salute in Brianza (https://www.ats-brianza.it/images/pdf/epidemiologia/1-12_10_2019_Desio_ATS_Epid-Salute-Popol.pdf)

2.1.4.4 Conclusioni

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile confrontare lo stato di salute relativo alla Provincia di Lecco con i valori dell'ambito regionale lombardo e nazionale. Inoltre, per avere un quadro ancora più esaustivo della mortalità relativamente al contesto dei Comuni coinvolti, sono stati sinteticamente mostrati alcuni tra i dati più recenti forniti dalla UOC di Epidemiologia della ATS Brianza, per l'annualità 2018.

I dati forniti dalla ATS Brianza evidenziano che 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. L'analisi territoriale indica una maggiore frequenza di decessi per patologie del sistema cardiocircolatorio nell'ambito distrettuale di Bellano e Monza e di patologia neoplastica negli altri territori.

Per quanto riguarda le cause di ospedalizzazione quelle che influiscono di più sono le malattie del sistema circolatorio seguite dalle malattie dell'apparato respiratorio e dai tumori maligni.

Dai confronti effettuati è possibile affermare che allo stato attuale non esistono differenze significative tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi alle patologie potenzialmente collegate alle attività pertinenti con l'opera oggetto di studio tra la provincia e il contesto regionale e nazionale. È pertanto possibile escludere fenomeni specifici rispetto all'infrastruttura in esame.

2.1.5 Fattori di pressione

Al fine di fornire un quadro conoscitivo completo, il presente paragrafo è dedicato alla verifica dell'eventuale presenza di fattori di pressione nell'ambito di studio in esame, ed in particolare di:

- stabilimenti a rischio di incidente rilevante,
- siti inquinati,
- discariche rifiuti pericolosi.

L'analisi per il censimento delle suddette categorie di fattori di pressione è stata condotta su un'area che si sviluppa su un raggio pari a circa 5 km dal progetto in esame. Consultando il Geoportale della Regione Lombardia è stato possibile constatare che nell'area esaminata non sono presenti siti contaminati e bonificati¹⁴, così come si evidenzia l'assenza di stabilimenti a rischio di incidente rilevante e discariche.

Alla luce delle informazioni ottenute a valle del censimento risulta che, data la distanza dall'area di progetto, non sussistono fattori di pressione per l'opera in progetto.

¹⁴ <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/download-ricerca>

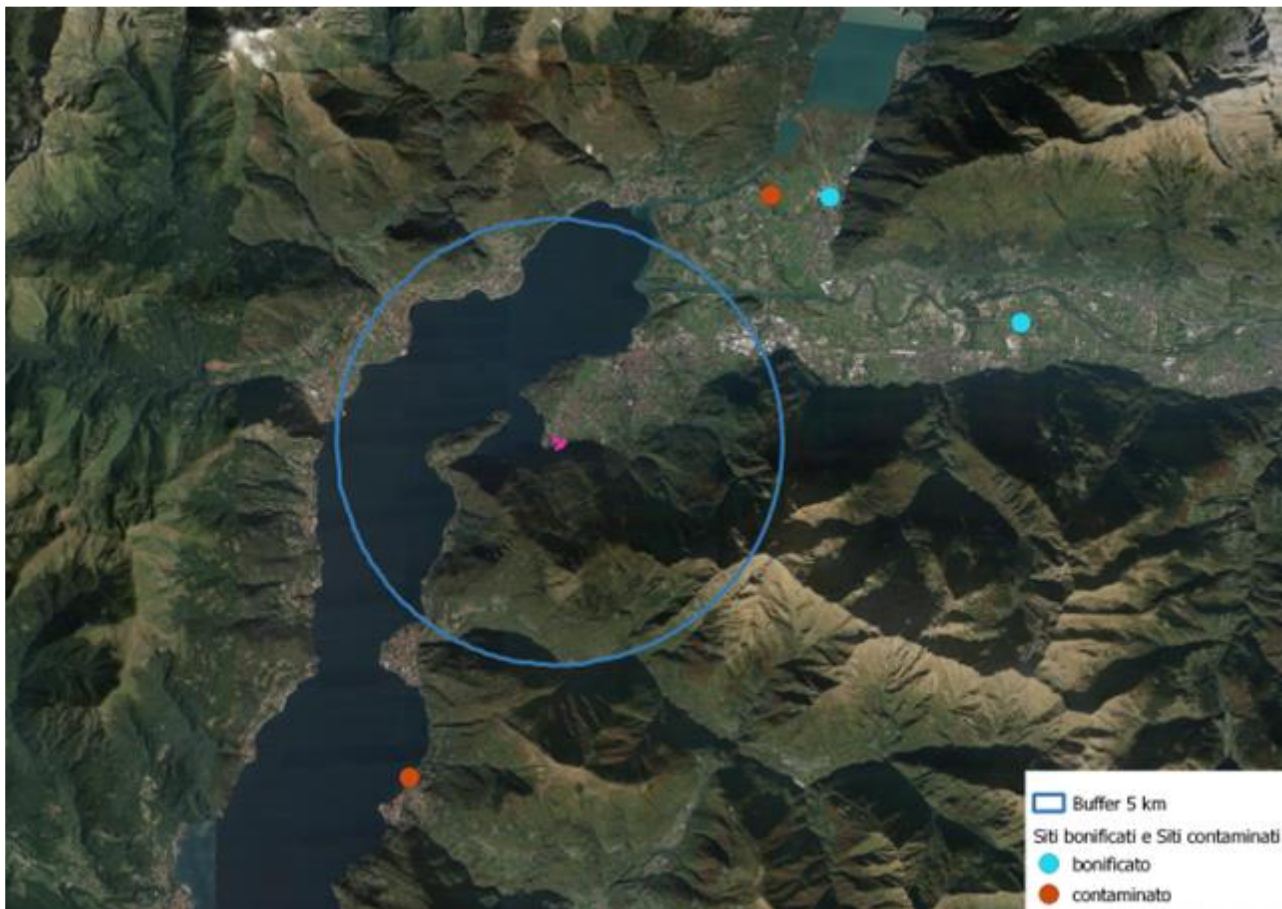


Figura 2-13 Siti contaminati e bonificati in un'area di 5 km dalle opere di progetto. (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

2.2 B – Biodiversità

2.2.1 Inquadramento geografico e bioclimatico

Il progetto in esame ricade interamente nel territorio della Lombardia, regione collocata nel cuore dell'Italia settentrionale, ai piedi delle Alpi e al centro della Pianura Padana.

Nello specifico l'area di intervento ricade in località Piona, nella parte meridionale del territorio comunale di Colico ed in minima parte del Comune di Dorio, nella provincia di Lecco.

Il clima, inteso come la risultante delle condizioni meteorologiche medie in un dato luogo, influenza gli esseri viventi costituendo uno dei fattori determinanti della loro distribuzione sulla Terra. L'analisi della biodiversità dell'area in esame non può quindi prescindere da un inquadramento della stessa dal punto di vista climatico.

L'approccio delle Ecoregioni proposto da Blasi¹⁵, prevede una classificazione gerarchica e divisiva del territorio in unità a crescente grado di omogeneità, coerentemente con specifiche combinazioni tra i fattori climatici, biogeografici, fisiografici e idrografici, che determinano presenza e distribuzione di diverse specie, comunità ed ecosistemi. In particolare, le Ecoregioni sono organizzate in quattro diversi livelli gerarchici annidati: Divisioni, Province, Sezioni e Sottosezioni. I diversi livelli gerarchici consentono di rappresentare ed interpretare in chiave ecosistemica, con diverso grado di dettaglio e a diverse scale, la complessa articolazione di caratteri ambientali e usi del suolo che caratterizza l'Italia.

Dal punto di vista bioclimatico, in accordo con la classificazione sopracitata, il territorio regionale ricade nella divisione Temperata, più nello specifico nelle due province denominate rispettivamente "Alpina" (1A) e "Pianura Padana" (1B). Dal punto di vista fisiografico la divisione temperata comprende oltre all'Italia settentrionale, quindi la catena alpina e la pianura padana, anche la fascia peninsulare interna. Il clima è generalmente da temperato a freddo, con piogge annue comprese tra 600 mm e oltre 2000 mm, con un regime continentale o appenninico. L'aridità estiva è generalmente assente o di durata inferiore ai due mesi.

Nello specifico l'area del progetto ricade nell'ambito della provincia Alpina, sezione delle Alpi centrali ed orientali; nella sottosezione Prealpina (1A2a), caratterizzata da un clima temperato semi-continentale con settori sub-continentali presso la Pianura Padana; le precipitazioni annuali sono comprese tra i 805-2628mm. La temperatura media annua si aggira tra i 2 e i 14 °C, con una

¹⁵ Blasi C, Capotorti G, Copiz R, Guida D, Mollo B, Smiraglia D, Zavattero L. 2018. Terrestrial Ecoregions of Italy. Map and Explanatory notes. Global Map S.r.l, Firenze, Italy.

temperatura minima, relativa al mese di gennaio, di $-7,6/1,3^{\circ}\text{C}$ e una temperatura massima, relativa al mese di luglio, di $13,8/35,2^{\circ}\text{C}$. Inoltre vi è la totale assenza di mesi caratterizzati da aridità estiva.

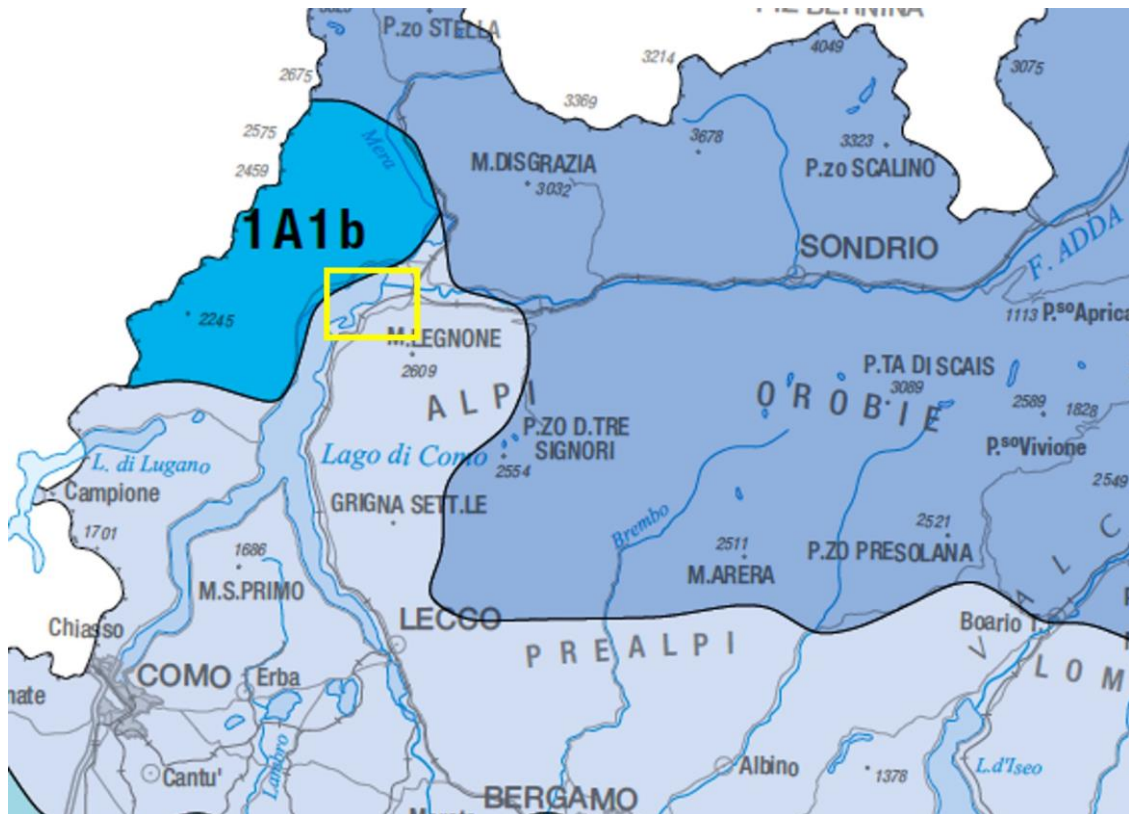


Figura 2-14: Stralcio della carta Ecoregioni terrestri d'Italia, con riferimento all'area interessata dal progetto, identificabile dal rettangolo in giallo (Fonte: Ecoregioni d'Italia, Blasi 2018).

Le serie vegetazionali prevalenti, che caratterizzano la citata provincia Alpina, con particolare riferimento alla sottosezione delle Prealpi, risultano essere:

- Serie orientale prealpina e alpina orientale basifila di *Fagus sylvatica*;
- Serie prealpina basifila di *Ostrya carpinifolia* e *Quercus sp.pl.* e/o *Fraxinus ornus*

Tra i taxa vegetali distintivi, vi sono alcuni endemismi della sottosezione Prealpina, come *Callianthemum kernerianum*, *Campanula petraea*, *Daphne petraea*, *Gypsophila papillosa*, *Knautia persicina*, *Primula recubariensis*, *Saxifraga aracnoidea*.

2.2.2 La vegetazione potenziale e reale

L'area in esame, si trova in corrispondenza della porzione settentrionale del Lago di Como, nella zona del delta del Piano di Spagna, dove il Fiume Adda s'immette nel Lago di Como. Con caratteristiche vegetazionali principalmente planiziali, circondato dalle pendici delle Alpi dove la vegetazione assume i tipici caratteri forestali.

In relazione alla vegetazione boschiva, la Regione Lombardia è dotata di un sistema di classificazione forestale su basi tipologiche¹⁶. Con lo scopo di fornire un'indicazione geografica alle tipologie forestali, il territorio della Lombardia è stato suddiviso in sei regioni forestali: Appenninica, Planiziale, Avanalpica, Esalpica, Mesalpica, Endalpica.

In particolare, l'area fa parte della regione forestale esalpica occidentale interna, caratterizzata dalla presenza di substrati silicatici. Il piano submontano è occupato dai castagneti e dai querceti; in quello montano sono frequenti le faggete, nei versanti più soleggiati, le pinete di pino silvestre e i betuleti, mentre verso il fondovalle prevalgono i querceti con tiglio. Nella fascia altimontana, dominano ancora le faggete, talvolta contornate superiormente dai lariceti. I dati bioclimatici e la collocazione geografica dell'area in esame supportano, allo stato natura, lo stadio più evoluto della vegetazione dei querceti (accompagnati da rovere, carpino bianco e farnia), del faggio ed eventualmente in prossimità del Legnone, il larice.

Tale analisi trova confermata anche dai dati elaborati da ERSAF; di seguito viene riportato lo spaccato del versante posto tra Colico e il Monte Legnone nell'ambito dell'inquadramento dei tipi forestali della Lombardia.

¹⁶ Nell'ambito del progetto strategico 9.1.6 (*Azioni di salvaguardia e valorizzazione del patrimonio boschivo*) la regione Lombardia ha deciso di predisporre per il proprio territorio forestale un sistema di classificazione su basi tipologiche, affidandone la realizzazione ad un gruppo di lavoro misto composto da docenti universitari, forestali e botanici, da liberi professionisti e da funzionari regionali.

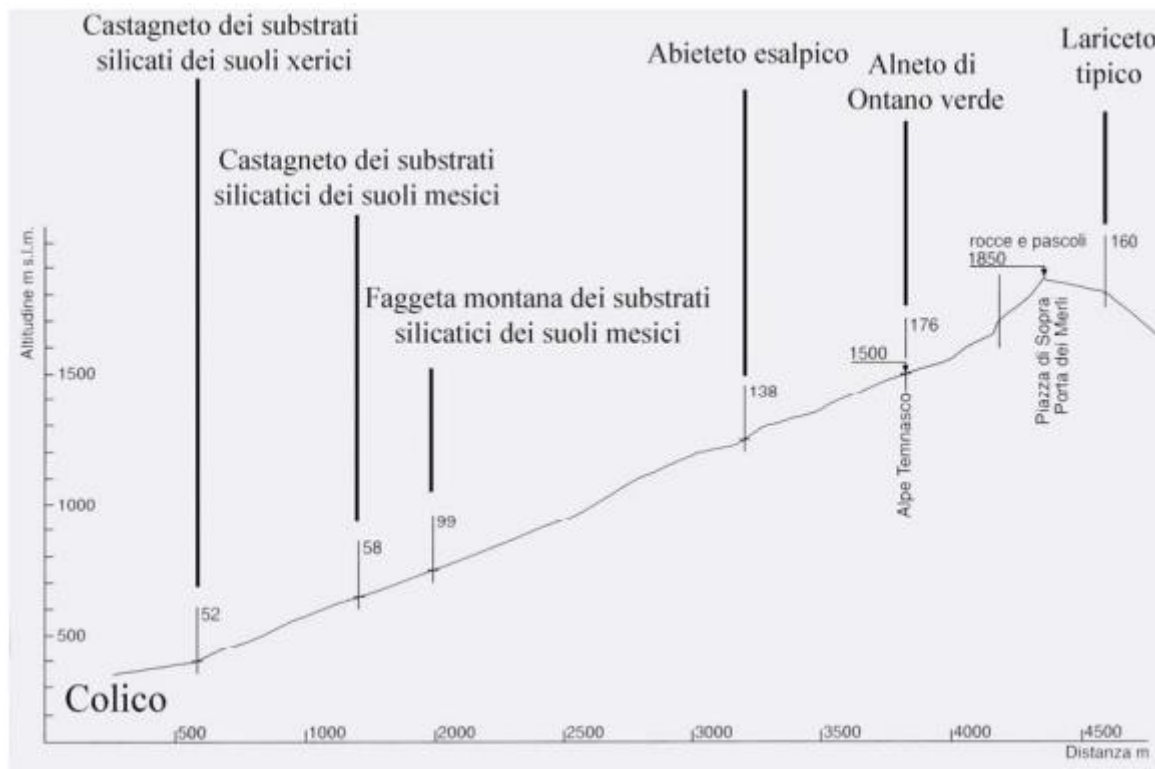


Figura 2-15: Spaccato del versante del Monte Legnone, da Colico alla vetta (Fonte: ERSAF)

Secondo l'inquadramento ecologico per la gestione dei tipi forestali Lombardi, i boschi più diffusi nell'area sono rappresentati da castagneti dei substrati silicatici dei suoli xerici (o mesoxerici o mesici), robinieti misti, e formazioni di erica arborea e/o bagolaro, quest'ultima assume anche una rilevanza dal punto di vista naturalistico.

Nello specifico l'area interessata dal progetto è situata a ridosso delle pendici della catena Orobica, tra il Monte Legnone e il Monte Legnoncino e nelle immediate vicinanze del Laghetto di Piona, piccola Baia del Lago di Como. In quest'area i boschi sono prevalentemente costituiti da castagneti dei substrati mesici, dove la combinazione floristica è tipica di specie adattate a vivere su suoli acidi, spesso derivati dall'alterazione di substrati silicei. Le essenze dominanti sono: castagno *Castanea sativa*, betulla *Betula pendula*, bagolaro *Celtis australis*, rovere *Quercus petraea*, Olmo *Ulmus minor*, frassino *Fraxinus ornus* e pioppo tremolo *Populus tremula*. Il sottobosco è arricchito da numerose specie come il sambuco *Sambucus nigra*, il biancospino *Crataegus monogyna* e il nocciolo *Corylus avellana* le cui presenze testimoniano le discrete condizioni del bosco. In altri contesti domina unicamente il castagno accompagnato da diverse specie erbacee o arbustive come la felce aquilina *Pteridium aquilinum*, edera *Hedera helix*, agrifoglio *Ilex aquifolium*, *Rubus sp.pl.*

Altra tipologia vegetazionale presente nell'area, strettamente correlata agli usi antropici, è costituita dalle praterie (arrenatereti) ad uso di pascolo o fienagione. Questi prati, in passato molto diffusi, sono in continua regressione soprattutto in relazione all'abbandono e all'urbanizzazione. Tra le specie da annoverare presenti in questa tipologia vegetazionale, il fiordaliso nerastro *Centaurea nigrescens*. La composizione di queste cenosi è rappresentata da graminacee foraggere tra cui l'avena altissima *Arrhenatherum elatius* accompagnata da alcune ombrellifere come il cerfoglio silvestre *Anthriscus silvestris*, la pimpinella maggiore *Pimpinella major* e il barbabecco *Tragopogon pratensis*. Molto comuni negli arrenatereti sono i ranuncoli, rappresentati quasi unicamente dal ranuncolo comune *Ranunculus acris*.

Presenti nell'area anche formazioni boschive riconducibili a robinieti misti, caratterizzati da fustaie di robinia *Robinia pseudoacacia* spesso accompagnate da altre specie come il castagno, il frassino maggiore, il nocciolo, il sambuco, il carpino bianco, l'ontano nero e la farnia. I robinieti misti rappresentano la tipologia vegetazionale prevalente nelle zone pianeggianti e presso i principali torrenti e solchi torrentizi.

Sugli affioramenti rocciosi e le rive di tutti i Montecchi, in particolare il promontorio di Piona, sono diffuse formazioni di *Erica arborea* e/o bagolaro *Celtis australis*.

Nell'ambito dell'analisi della componente è stata elaborata la "Carta della vegetazione reale" (cod. elaborato T00IA02AMBCT05), in scala 1:2000, redatta basandosi sulle seguenti carte: "Carta dell'uso del suolo" elaborata per il fattore ambientale Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare; Carta Uso e copertura del suolo 2018 (DUSAF 6.0), Carta forestale (perimetro del bosco), tratte entrambe dal geoportale della regione Lombardia.

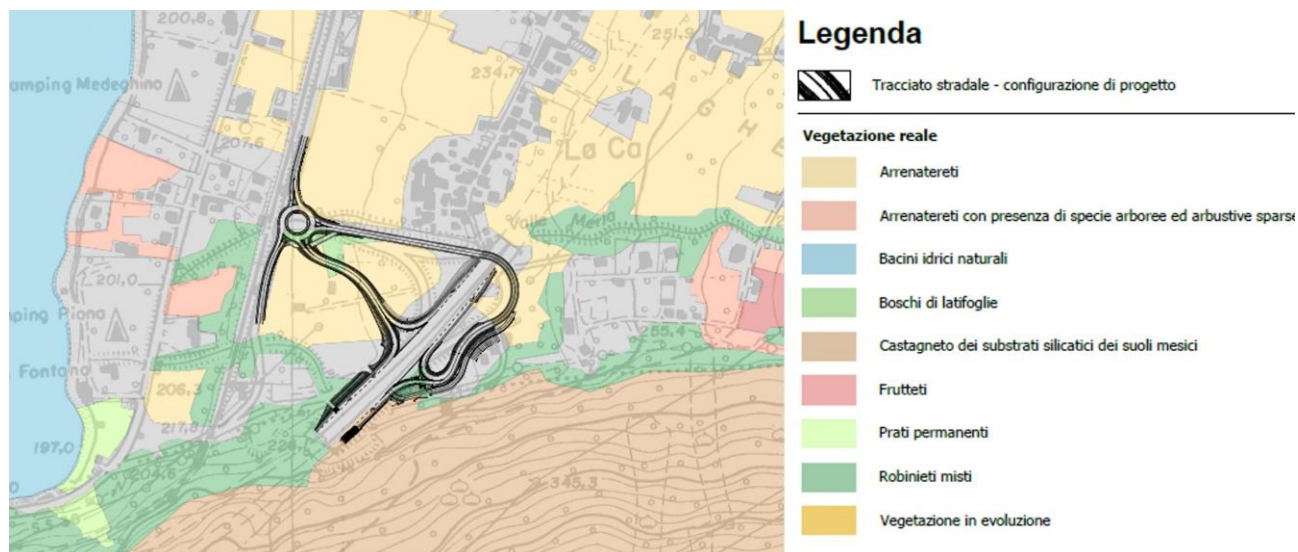


Figura 2-16: Stralcio dell'elaborato "Carta della vegetazione reale" (T00IA02AMBCT05A)

L'osservazione della "Carta della vegetazione reale" mostra come, nell'area direttamente interessata dal progetto, la componente vegetazionale dominante sia rappresentata da praterie (arrenatereti) ad uso di pascolo o fienagione, descritte precedentemente. In particolare, secondo l'Osservatorio Regionale della Biodiversità, essi sono ascritti all'habitat di Direttiva 6510 - Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*). Di seguito si riporta l'ubicazione del progetto sul formato vettoriale della Carta degli Habitat a livello Regionale¹⁷.

¹⁷ <http://www.biodiversita.lombardia.it/>



Figura 2-17: Ubicazione del progetto sul formato vettoriale della Carta degli Habitat della Regione Lombardia.

Si tratta di prati da mesici a pingui, regolarmente falciati e concimati in modo non intensivo, distribuiti dalla pianura alla fascia montana inferiore, riferibili all'alleanza Arrhenatherion. Secondo la definizione a livello Regionale¹⁸, sono definite comunità prative da fieno di tipo stabile (insediate da almeno 10 anni), quindi non soggette a vicenda con altre colture o erbai. Possono essere presenti alberi e arbusti come esemplari isolati, gruppi, siepi o filari, quindi non condizionanti la composizione floristica sull'intera superficie prativa. Sono potenzialmente inclusi nell'habitat anche i prati situati in radure boschive sotto i 2000 m². Nell'habitat sono incluse anche le marcite. Relativamente alla composizione floristica, i prati stabili di "pianura" si presentano in genere ricchi di specie (prati polifitici), ovvero presentano una sufficiente diversità in specie graminoidi (*Anthoxanthum odoratum subsp. odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis s.l.*, *Poa pratensis agg.*, ecc.) e soprattutto di altre specie, in particolare a "fioritura vistosa" (*Achillea millefolium agg.*, *Salvia pratensis*, ecc. e i generi *Knautia*, *Lotus*, *Prunella*, *Ranunculus*, ecc.).

¹⁸ Brusa G., Cerabolini B.E.L., Dalle Fratte M., De Molli C., 2017. Protocollo operativo per il monitoraggio regionale degli habitat di interesse comunitario in Lombardia. Versione 1.1. Università degli Studi dell'Insubria - Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Osservatorio Regionale per la Biodiversità di Regione Lombardia.

L'habitat 6510, come evidenziato nella figura successiva, è presente in tutta la Regione, ed in particolare è presente diffusamente nell'area di interesse. In alcuni contesti, in particolare nelle aree pianeggianti adiacenti al fiume Adda, quindi al di fuori dell'area di studio, queste praterie presentano all'interno numerose specie igrofile elevando notevolmente il valore naturalistico di questi habitat.

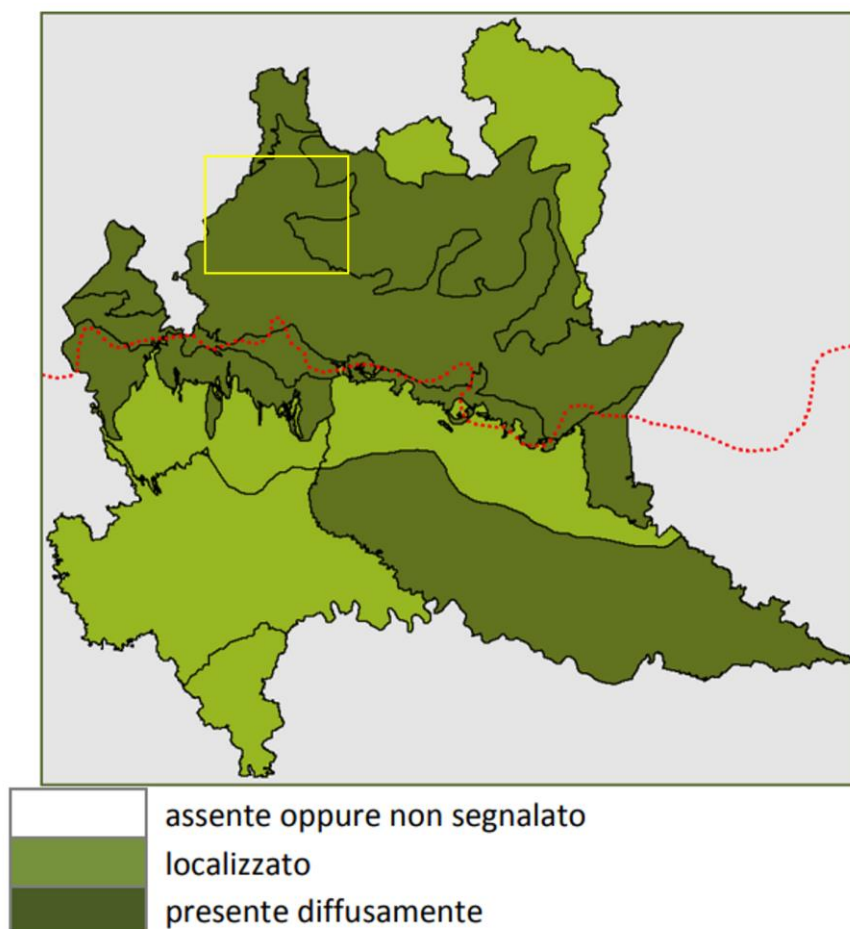


Figura 2-18: Distribuzione dell'habitat 6510 nella regione Lombardia. Il riquadro giallo indica l'area in esame. (Fonte: Protocollo operativo per il monitoraggio regionale degli habitat di interesse comunitario in Lombardia. Versione 1.1. Università degli Studi dell'Insubria - Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Osservatorio Regionale per la Biodiversità di Regione Lombardia).

Il perimetro del lago risulta caratterizzato dall'habitat 3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharitum. Si tratta di Habitat lacustri, palustri e di acque stagnanti eutrofiche ricche di basi con vegetazione dulciacquicola idrofita azonale, sommersa o natante, flottante o radicante, ad ampia distribuzione, riferibile alle classi Lemneta e Potametea.

2.2.3 La fauna

Per quanto riguarda la **fauna anfibia**, in aree soggette a minor disturbo antropico e maggior copertura vegetazionale si potrebbero rinvenire, il rospo comune *Bufo bufo*, e le rane verdi *Pelophylax lessonae synkl. Esculentus*. Queste ultime sono tipicamente legata a zone planiziali dove sono molto diffuse, con una distribuzione pressoché continua. In aree collinari sono localizzate lungo le maggiori valli fluviali (Olona, Lambro, Adda, Oglio) e presso le sponde dei laghi insubrici. Il rospo comune in Lombardia, come nel resto del territorio italiano, ha una distribuzione abbastanza uniforme per le aree collinari e montane, mentre in pianura la presenza appare discontinua e prevalentemente limitata alle zone boscate residuali. La Salamandra pezzata *Salamandra salamandra*, assente nell'area di progetto, potrebbe essere presente nelle aree boscate sui versanti interessati da piccoli torrenti, come il torrente Merla ed un rio che scende dal Monte Legnoncino e che viene captato e regimato proprio in adiacenza alla S.S. 36, poco dopo lo sbocco della galleria in direzione Colico.

Tra i **rettili**, nell'area in esame si possono rinvenire principalmente specie legate alle zone boscate, limitrofe all'area di progetto, e ai prati permanenti, insieme a quelli con elevata adattabilità ecologica e quindi in grado di frequentare diverse tipologie ambientali. Tra l'erpetofauna che caratterizza l'area di indagine si possono citare: orbettino *Anguis fragilis*, ramarro occidentale *Lacerta bilineata*, lucertola muraiola *Podarcis muralis*, colubro liscio *Coronella austriaca*, saettone *Zamenis longissimus*, biacco *Hierophis viridiflavus*, natrice dal collare *Natrix natrix*.

In Lombardia l'orbettino *Anguis fragilis* è presente con continuità sui rilievi appenninici dell'Oltrepò e nelle zone prealpine, ad eccezione di alcuni tratti collinari comaschi e della Val Trompia. Frequenta diversi ambienti quali pascoli, incolti, zone marginali di pinete e boschi misti, anche in prossimità di specchi d'acqua e si rinviene anche in zone antropizzate che offrano rifugi adeguati. La specie predilige ambienti umidi e con terreno morbido; in genere, evita le zone allagate e quelle eccessivamente xeriche.

Il ramarro occidentale, In Lombardia si trova in gran parte delle zone planiziali e pedemontane. E' una specie termofila, legata ad ambienti ecotonali assolati e normalmente ricchi di vegetazione arbustiva; frequentemente la si rinviene presso i corsi d'acqua e talvolta è possibile osservarla anche in ambienti fortemente antropizzati, sia urbani che agricoli.

La lucertola muraiola *Podarcis muralis* è praticamente ubiquitaria, con presenze maggiormente concentrate nelle aree pianiziali e collinari fino a 600 m di quota. Essa è sicuramente da considerarsi specie eliofila, poiché predilige zone a esposizione meridionale, anche se, vista l'ampia distribuzione, occupa una notevole varietà di ambienti. Gli edifici rurali e i manufatti costituiscono sicuramente l'habitat preferenziale per questo lacertide ben adattato alla presenza antropica; è comunque frequentissimo in svariati ambienti naturali.

Il saettone *Zamenis longissimus* in Lombardia si rinviene prevalentemente lungo la fascia pedemontana alpina e prealpina, dove spesso è il serpente più comune. Nella fascia pianiziale, invece, frequenta boschi pianiziali relitti e quelli ripariali delle principali aste fluviali. Infatti questo rettile si osserva nei boschi pianiziali e ripariali, in quelli montani di caducifoglie, nei castagneti e nelle boscaglie di roverella appenninici.

In Lombardia il biacco *Hierophis viridiflavus* risulta essere particolarmente comune, essendo presente su quasi tutto il territorio regionale. Normalmente utilizza ambienti xerici e assolati sia naturali sia fortemente antropizzati, ma è in realtà una specie estremamente adattabile, che è possibile reperire anche in zone umide o boschive

La natrice dal collare è, insieme al biacco, il serpente più diffuso, essendo ampiamente distribuita sia in pianura sia nell'area appenninica e prealpina, dove copre quasi totalmente il territorio delle province di Pavia, Lodi, Cremona, Mantova, Milano, Bergamo, Varese e Lecco. E' presente in biotopi acquatici sia lentici sia lotici come stagni, paludi, e raccolte d'acqua artificiali anche di piccole dimensioni. Frequenta anche ambienti prettamente terrestri quali boschi, prati, siepi nonché aree antropizzate come coltivi e giardini, inseriti in contesti urbani e suburbani

Il territorio comunale confina a nord con la Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola, area di particolare interesse avifaunistico istituita dalla Regione Lombardia nel 1983 in attuazione delle direttive contenute nella Convenzione di Ramsar. L'area è particolarmente ricca nelle frequentazioni faunistiche ed ha contribuito a dare al territorio circostante un alto valore faunistico, soprattutto, per l'**avifauna**, ed in particolare per quelle specie legate agli ambienti umidi, tra cui voltolino *Porzana porzana*, piro piro piccolo *Actitis hypoleucos*, cannaeccione *Acrocephalus arundinaceus*, cannaiola *Acrocephalus scirpaceus*, cannaiola verdognola *Acrocephalus palustris*.

Tra le specie legate agli ambienti acquatici, frequentanti il vicino lago di Como ci sono specie quali il tuffetto *Tachibaptus rufi collis*, svasso maggiore *Podiceps cristatus*, cormorano *Phalacrocorax carbo*, alzavola, fischione, canapiglia, mestolone, fistione turco, moriglione, moretta,

smergo maggiore *Podiceps cristatus* e folaga *Fulica atra*, che in inverno è appunto presente con numeri elevati sui grandi laghi e ha una diffusione capillare nelle zone umide e nella rete idrica regionale. Durante la nidificazione frequenta gli stessi ambienti, con una selezione per i siti che presentano una vegetazione igrofila sufficiente per la collocazione del nido. Presenti anche il gabbiano comune *Chroicocephalus ridibundus* e il gabbiano reale *Larus michahellis*.

Tra i rapaci presente nell'area si possono citare il gheppio *Falco tinnunculus*, la poiana *Buteo buteo* e il nibbio bruno *Milvus migrans*, che raggiunge la Riserva del Pian di Spagna e Lago di Mezzola in estate proveniente dai quartieri di svernamento africani. Tra le zone frequentate dal nibbio bruno in Lombardia, esso raggiunge densità molto elevate proprio nella fascia dei grandi laghi prealpini. Inoltre, sulle pareti rocciose che delimitano la sponda occidentale del Lago di Mezzola nidifica il falco pellegrino. Nell'area del Pian di Spagna e del Lago di Mezzola sono frequenti il falco di palude e l'albanella reale.

Tra i rapaci notturni, legati maggiormente agli ambienti boschivi, il gufo reale, il gufo comune, l'allocco, il gufo di palude e l'assiolo.

Filari e siepi offrono cibo ad averle, tordi, fringuelli, cornacchie, cince, picchi e capinere. Tra i passeriformi frequentanti le sponde della baia di Piona, vi è anche il Merlo acquaiolo *Cinclus cinclus*.

Premettendo che l'area di sito è molto vicino alla baia del Laghetto di Piona, caratterizzata da numerose strutture turistiche, e che quindi non saranno presenti le specie maggiormente sensibili, nell'area interessata dal progetto e nelle zone limitrofe ad essa sono presenti le specie legate alle zone agricole, in particolare ai prati permanenti. Possono frequentare l'area, ad esempio, alcuni rapaci che utilizzano le aree aperte come il gheppio, tuttavia la presenza dei castagneti caratterizzanti i versanti, potrebbe favorire la presenza di specie legate agli ambienti meno aperti. Altre specie di uccelli potenzialmente rinvenibili sono per esempio il fringuello *Fringilla coelebs*, la passera mattugia *Passer montanus*, la ghiandaia *Garrulus glandarius*. Inoltre nell'area di sito, sono presenti le specie più comuni o a più ampia distribuzione, tra le quali si possono citare: cornacchia grigia *Corvus cornix*, storno *Sturnus vulgaris*, passera d'Italia *Passer italiae*, merlo *Turdus merula*.

A livello di area vasta, tra i **mammiferi** sono presenti numerose specie di chiroterri, quali ad esempio Vespertilio di Daubenton *Myotis daubentonii*, vespertilio di capaccini *Myotis capaccini*, vespertilio maggiore *Myotis myotis*, pipistrello albolimbato *Pipistrellus kuhlii*, pipistrello nano *Pipistrellus pipistrellus*. Nel territorio provinciale sono noti siti di svernamento di *Myotis capaccini*, In Lombardia la specie è rara e nota in poche località, con alcune colonie di svernamento e una colonia

riproduttiva. Quest'ultima è situata sulla sponda orientale del Lago di Como (provincia di Lecco; Insubria DataBat, 2017) ed è formata da individui di *Myotis capaccinii* e *Myotis daubentonii*.

Gli ambienti forestali rappresentati dai versanti boscati, limitrofi all'area di studio favoriscono la presenza dello scoiattolo comune *Sciurus vulgaris*, che infatti in Lombardia è uniformemente distribuito nella parte settentrionale e della martora *Martes martes*. Tra i micromammiferi, il comune topo selvatico e varie specie di arvicole. Tra gli ungulati, spesso presenti cervi *Cervus elaphus* e più raramente i caprioli *Capreolus capreolus*, spesso si avvicinano alle aree più urbanizzate. Una specie comune, presente sia nell'area vasta che in quella interessata dal progetto è la volpe *Vulpes vulpes*, insieme al cinghiale *Sus scrofa*.

Il limitrofo Lago di Como comprende un importante varietà di **ittiofauna**, in particolare tra i pesci più comuni che vivono in esso si possono citare l'agone, alborella, il cavedano, la trota lacustre, il ghiozzo, e si segnalano come rari anche il barbo comune e il vairone.

2.2.4 Ecosistemi

Un ecosistema è un'unità ambientale funzionale, costituita da una comunità biotica, che è un gruppo di popolazioni interagenti, e dai fattori abiotici da cui dipendono gli organismi presenti in quella comunità. Ciascuna unità ecosistemica è definita come una porzione di territorio caratterizzata da omogeneità strutturale e funzionale, con confini non sempre individuabili con precisione in quanto non sempre riconducibili a limiti fisici.

L'individuazione delle principali unità ecosistemiche presenti nell'area di indagine è stata ricavata attraverso la fotointerpretazione delle relative ortofoto digitali e mediante l'analisi delle differenti classi di copertura del suolo e della vegetazione, ricavate dalla "Carta dell'uso del suolo", redatta nell'ambito dell'analisi del fattore Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare e dalla "Carta della vegetazione reale", elaborata per il fattore ambientale in esame.

Queste attività hanno portato a trovare una corrispondenza tra le categorie individuate nella carta dell'uso del suolo e le tipologie di ecosistemi presenti; infatti, le caratteristiche fisiche di un determinato territorio e le comunità vegetali in esso presenti sono strettamente correlate tra di loro e con le specie faunistiche che in tale territorio trovano le condizioni ideali per vivere.

Le unità ecosistemiche che si possono distinguere sono:

- Sistema forestale;
- Sistema arbustivo, dei cespuglieti e delle aree in evoluzione;
- Sistema delle aree aperte;

Sistema agricolo;
Sistema antropico.

Gli ecosistemi individuati con la metodologia descritta sono stati riportati nell'elaborato T001A02AMBCT07A "Carta delle unità ecosistemiche", cui di seguito se ne riporta uno stralcio.



Figura 2-19: Stralcio dell'elaborato "Carta delle unità ecosistemiche" (T001A02AMBCT07A)

Il **sistema forestale** rappresenta l'ecosistema dominante nelle aree dei Montecchi e sui versanti, ed è costituito prevalentemente da castagneti. Il sistema forestale generalmente ha una struttura che si presenta più complessa rispetto a quella degli altri ecosistemi e quindi tali ambienti possono ospitare un maggior numero di specie animali. Essi assolvono numerose funzioni ecologiche fondamentali che concorrono al mantenimento degli equilibri ambientali generali tra cui, ad esempio, quello bioclimatico attraverso il ciclo fotosintetico e dell'evapotraspirazione e quello di consolidamento del suolo e di regolazione dei deflussi idrici. In questo sistema sono state comprese anche le formazioni boschive antropogene riconducibili a robinieti misti, caratterizzati da fustaie di robinia *Robinia pseudoacacia*, le quali presentano un valore ecologico inferiore rispetto ad altre formazioni forestali. Nell'area in esame il sistema comprende i castagneti delle pendici del Monte Legnoccino, e le formazioni dominate da robinia nell'area di progetto.

Il **sistema arbustivo**, dei cespuglieti e delle aree in evoluzione è costituito, nell'area in esame, da zone caratterizzate da cespuglieti sviluppatasi da aree agricole abbandonate; infatti, si

tratta di aree con vegetazione erbacea ma con presenza di specie arboree e arbustive. Tale ecosistema è rappresentato da aree in evoluzione, dove le condizioni ecologiche favoriscono la colonizzazione di specie ecotonali o specie di margine. Le specie di margine possono entrare da ecosistemi adiacenti, in questo caso i sistemi antropico e quello delle aree aperte. Questa tipologia di sistema non è presente nell'area di sito.

Il **sistema delle aree aperte** è molto comune nell'area in esame ed è rappresentato essenzialmente da prati permanenti associabili agli arrenatereti. Tale sistema seminaturale è interessato dalle aree di progetto del nuovo svincolo, ed è estremamente diffuso in tutto il territorio comunale. Tali aree molto spesso presentano al loro interno filari alberati o esemplari arbustivi a divisione delle aree poderali o ai margini dei prati stessi.

Il **sistema agricolo** costituisce un ecosistema seminaturale, che si differenzia da quelli naturali, prima di tutto per la propria origine, dovuta all'azione dell'uomo, e di conseguenza anche nelle componenti biotica ed abiotica che lo caratterizzano. In questo ecosistema vivono alcune specie animali meglio adattate a convivere e sfruttare la vicinanza dell'uomo e delle sue attività. Nella zona in esame esso è costituito essenzialmente da una sola area interessata da un frutteto, ubicato leggermente ad est dello svincolo in progetto.

Il **sistema antropico** è rappresentato dal centro urbano, costituito principalmente dalla frazione di Corte, da case isolate, dalle vie di comunicazione e dalle numerose strutture ricettive situate a ridosso della baia di Piona. Questo ecosistema è in generale contraddistinto da un grado di naturalità estremamente basso, ma assume un forte valore di condizionamento e controllo su tutti gli altri. In tali sistemi possono talvolta instaurarsi situazioni che, sebbene "artificiali", si risolvono positivamente. Per questo si può notare che la fauna selvatica è sempre più a contatto con le attività e le abitazioni umane. Infatti nell'ecosistema antropico si creano nuove nicchie ecologiche e nuovi habitat che attraggono alcune specie animali e vegetali che altrimenti non troverebbero spazio o avrebbero maggiore competizione e predazione.

Il tessuto urbano, nell'area in esame, è principalmente discontinuo oppure sparso e nucleiforme; quindi, si alterna a diversi spazi con presenza di vegetazione, principalmente impiantata dall'uomo. Per esempio, i vasti giardini delle abitazioni, i parchi, e la vegetazione presente nelle aree adibite al campeggio sulle rive del lago, che per le loro caratteristiche fanno parte integrante del sistema antropico.

Inoltre, è presente una parte di un bacino naturale, il Laghetto di Piona, il quale fa parte del più ampio bacino del Lago di Como.

2.2.5 Le aree naturali tutelate

Al fine di individuare i principali serbatoi biologici presenti nell'area d'indagine sono stati analizzati gli eventuali Siti Natura 2000 e le Aree Naturali Protette. Nell'ambito dell'area vasta ricadono diverse aree di interesse naturalistico: relativamente alla Rete Natura 2000 sono presenti alcune Zone Speciali di Conservazione (ZSC), con riferimento alla direttiva Habitat 92/43/CEE, e Zone di Protezione Speciale (ZPS), relativamente alla direttiva 2009/147/CEE, tutte ubicate ad una distanza maggiore di 4 km dall'ambito di intervento.

Tra i siti della Rete Natura 2000 presenti entro i 5 km dal progetto in esame vi sono:

- ZPS IT2040022 Lago di Mezzola e Pian di Spagna (4 km circa);
- ZSC IT2040042 Pian di Spagna e Lago di Mezzola (4 km circa).

Tra gli altri siti relativi alla Rete Natura 2000 presenti nella zona di area vasta, anche se ubicati ad una distanza maggiore di 5 km, si menzionano la ZPS IT2040401 Parco Regionale Orobie Valtellinesi e la ZPS IT2040026 Val Lesina entrambe a ubicate a poco più di 5 km dall'area di sito.

Tra le aree protette riconosciute a livello nazionale vi è la Riserva naturale Pian di Spagna – Lago di Mezzola (EUAP0326), a circa 5 km di distanza, e l'omonima "IBA007 Pian di Spagna e Lago di Mezzola". Inoltre, l'area della riserva coincide in parte con la Zona Umida di Importanza Internazionale (RAMSAR) "Lago di Mezzola – Pian di Spagna".

Infine, si citano il Parco Regionale delle Orobie Valtellinesi a circa 5 km dall'area di sito ed i seguenti Parchi Locali di Interesse Sovracomunale (PLIS), ubicati tutti ad una distanza maggiore di 10 km: Parco Val Sanagra, Parco della Bosca e Parco Valle Albano.



Figura 2-20: Stralcio dell'elaborato "Carta delle Aree Protette e siti natura 2000" (T00IA01AMBCT07A)

La Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola è stata istituita da Regione Lombardia nel 1983 in attuazione delle direttive contenute nella Convenzione di Ramsar (IRAN, 1971), aventi come finalità quelle di assicurare l'ambiente idoneo alla sosta e alla nidificazione dell'avifauna migratoria, di tutelare e mantenere le caratteristiche naturali e paesaggistiche della zona classificata umida, di disciplinare e controllare la fruizione dell'area a fini didattico-ricreativi e di valorizzare le attività socio-economiche presenti nell'area nel rispetto delle esigenze di conservazione dell'ambiente. Il Pian di Spagna costituisce la piccola pianura, estesa poco meno di 1600 ettari, posta alla confluenza della Valtellina e della Valchiavenna, tra il Lago di Mezzola e la porzione più settentrionale del Lago di Como. L'area è del tutto pianeggiante ed è posta a circa 200 metri sul livello del mare. L'area si estende tra le province di Sondrio e Como e comprende cinque Comuni: Sorico e Gera Lario (Como), Dubino, Verceia e Novate Mezzola (Sondrio). Inoltre proprio nell'area del Pian di Spagna hanno origine tre gruppi montuosi dalle caratteristiche differenti: a nord-ovest le Alpi Lepontine con il versante roccioso del Monte Berlinghera che sembra scendere nel Lago di Mezzola; a nord-est le Alpi Retiche con le cime granitiche che fanno da contorno alla Valle dei Ratti e alla Val Codera e con lo sperone roccioso squadrato del Sasso Manduino; a sud la lunga catena delle Alpi Orobie, con lo scenografico versante Nord del Monte Legnone a chiudere l'orizzonte.

Il territorio della Riserva è anche riconosciuto nell'ambito della Rete Ecologica europea "Natura 2000", infatti coincide in parte con la ZPS IT2040022 Lago di Mezzola e Pian di Spagna e con la ZSC IT2040042 Pian di Spagna e Lago di Mezzola.

La componente vegetazionale del paesaggio planiziale è modulata secondo un gradiente principale che va dai corpi idrici (Lago di Mezzola, Fiume Mera e Lago di Como) fino al versante montano della sinistra orografica della Valchiavenna. Gli habitat del Sito possono essere ripartiti in tre zone principali, riferibili alla successione naturale della vegetazione perilacustre: la zona acquatica, rappresentata dal potamogetoneto, dal ninfeeto e dalla vegetazione di cinta del fragmiteto, è la più naturale, con specie adattate a particolari condizioni ecologiche, e si trova ormai confinata a strette fasce a ridosso dei corpi idrici. La zona umida, rappresentata da praterie più o meno igrofile (magnocariceto e molinieto), è collocata all'interno del piano, a ridosso del fragmiteto, spesso con contatti irregolari e a mosaico. La zona più interna è caratterizzata dai coltivi e da una componente arborea organizzata in filari e siepi o in coltivazioni di pioppi. I boschi ripariali ormai si trovano solo in stretti corridoi o in paleoalvei all'interno delle prime due zone.

La presenza di ambienti che conservano ancora caratteri di naturalità come i canneti e i cariceti costituisce la fonte di ricchezza di quest'area: essi, infatti, sono l'ambiente idoneo per l'avifauna stanziale e migratoria. Si possono annoverare infatti varie anatre tuffatrici come la moretta, il moriglione, la moretta tabaccata e anatre di superficie come la marzaiola e il fischione. Sono presenti cigni, rallidi, come la folaga, svassi, strolaghe cormorani, smerghi, gabbiani e mignattini. Lungo i torrenti si possono trovare il Merlo acquaiolo, il martin pescatore e la ballerina gialla. Tra gli anfibi, il tritone crestato, il rospo comune, la raganella e la rana esculenta. Tra i rettili, si possono citare la testuggine palustre europea, la natrice dal collare, l'orbettino, il biacco, il saettone, e il ramarro occidentale. Tra le specie di mammiferi segnalati nei formulari standard, si segnalano il rinolofo maggiore, il moscardino, la faina e il cervo.

Il Parco delle Orobie Valtellinesi si estende sul versante settentrionale delle omonime Alpi, da una quota media di 900 metri fino al crinale, su una superficie di 44.000 ha. L'esposizione settentrionale del versante e le abbondanti precipitazioni favoriscono la crescita di rigogliosi boschi di latifoglie alle quote inferiori e di conifere a quelle superiori. L'abete rosso, o peccio, è l'albero più diffuso nel parco, sostituito dall'abete bianco, in associazione al faggio nel settore occidentale, e dal larice o dal pino cembro alle quote più elevate. Rododendri, ontani e ginepri segnano il passaggio dalla foresta alla prateria alpina, che nei mesi estivi si colora con vistose fioriture. Il parco costituisce un'area idonea per la maggior parte della fauna alpina. È possibile infatti imbattersi in caprioli, camosci e stambecchi, questi ultimi recentemente reintrodotti. Alcune aree del parco risultano idonee per il raro gallo cedrone, simbolo del parco. I boschi di conifere così ben conservati sono scelti da animali molto esigenti come il picchio nero, le due specie di civette, nana e capogrosso, e la martora. Alcune pareti rocciose ospitano il nido dell'aquila reale, mentre una delle prede favorite dal rapace, la marmotta, abita le praterie d'alta quota.

Nell'ambito del territorio del Parco è presente anche l'omonima ZPS Parco Regionale delle Orobie Valtellinesi (IT2040401), che si estende per 22.815 ha e nella quale sono state individuate 14 specie di coleotteri endemici italiani, appartenenti per lo più al gruppo dei carabidi.

La ZSC Val Lesina occupa la parte superiore del bacino del torrente omonimo e si estende per quasi 1.184 ettari, al limite occidentale del Parco delle Orobie Valtellinesi entro cui è quasi completamente contenuto. All'interno dell'area ricade anche una quota rilevante della Foresta della Val Lesina, di proprietà della Regione Lombardia e gestita da ERSAF. La mancanza di strade carrozzabili, insieme alla mancanza di insediamenti umani stabili, ha contribuito a mantenere le caratteristiche primigenie della valle, coperta da una fitta vegetazione forestale. Sono presenti 9 habitat comunitari, di cui 2 prioritari (6230 - Nardeti ricchi di specie e 9180 - Foreste di versanti, ghiaioni e valloni del Tilio-Acerion). In generale, tutti gli habitat presenti nel sito appaiono in buone condizioni, in particolare gli habitat naturali sono ben rappresentati e conservati. I prati falciati legati alle attività antropiche, sono attualmente abbandonati, favorendo l'insediamento di arbusti ed il conseguente avanzamento del bosco. Numerose specie floristiche arricchiscono il sito, elevandone il grado di biodiversità. Tra queste si segnalano le endemiche *Gentiana alpina* ed *Androsace brevis*. Da un punto di vista faunistico l'area ospita numerose specie di mammiferi tipiche alpine: tra gli ungulati vi sono lo stambecco, reintrodotta nel 1989, il camoscio, il cervo e il capriolo. La marmotta è abbondante, mentre la lepre variabile appare in regresso. Tra gli uccelli sono presenti il gallo forcello e il francolino di monte. L'aquila reale è una presenza costante, anche se sembra utilizzare il territorio dell'area protetta come area di caccia ma non di nidificazione. Occasionalmente fa la sua comparsa il gipeto, una specie in espansione in Valtellina che frequenta i dirupi rocciosi e ampie aree aperte nelle quali cerca le carcasse e gli scheletri di ungulati.

2.2.6 Le reti ecologiche

L'area vasta nella quale si inserisce il progetto in esame è compresa nella provincia di Lecco, in Lombardia, quindi ai fini dell'inquadramento relativo alla rete ecologica, sono stati analizzati gli strumenti di pianificazione presenti ai diversi livelli.

La suddetta analisi ha portato a concludere che, tra gli strumenti vigenti disponibili, un riferimento utilizzabile è la Rete Ecologica Regionale (RER) della Lombardia, approvata con la deliberazione n. 8/10962 del 30 dicembre 2009 dalla Giunta Regionale: "Rete Ecologica Regionale: approvazione degli elaborati finali, comprensivi del settore Alpi e Prealpi".

La RER, e i criteri per la sua implementazione, forniscono al Piano Territoriale Regionale il quadro delle sensibilità prioritarie naturalistiche esistenti, ed un disegno degli elementi portanti dell'ecosistema di riferimento per la valutazione di punti di forza e debolezza, di opportunità e minacce presenti sul territorio regionale.

La RER si compone di elementi raggruppabili in due livelli: Elementi primari e Elementi di secondo livello.

Gli elementi primari costituiscono la RER di primo livello e comprendono, oltre alle Aree prioritarie per la biodiversità, Parchi Nazionali e Regionali e i Siti della Rete Natura 2000 (SIC e ZPS). Di seguito sono illustrati gli elementi che compongono gli elementi primari:

- Elementi di primo livello:
 - compresi nelle Aree prioritarie per la biodiversità
 - altri elementi di primo livello
- Gangli (solo per il Settore Pianura Padana lombarda e Oltrepò Pavese)
- Corridoi regionali primari:
 - ad alta antropizzazione
 - a bassa o moderata antropizzazione
- Varchi:
 - da mantenere
 - da deframmentare
 - da mantenere e deframmentare

I corridoi regionali primari sono elementi fondamentali per favorire la connessione ecologica tra aree inserite nella rete ed in particolare per consentire la diffusione spaziale di specie animali e vegetali, sovente incapaci di scambiare individui tra le proprie popolazioni locali in contesti altamente frammentati. È da rimarcare che anche aree non necessariamente di grande pregio per la biodiversità possono svolgere il ruolo di corridoio di collegamento ecologico. I corridoi sono stati distinti in corridoi ad alta antropizzazione e corridoi a bassa o moderata antropizzazione.

I varchi invece, rappresentano situazioni particolari in cui la permeabilità ecologica di aree interne ad elementi della RER (o ad essi contigue) viene minacciata o compromessa da interventi antropici, quali urbanizzazione, realizzazione di importanti infrastrutture, creazione di ostacoli allo

spostamento delle specie biologiche. I varchi sono pertanto identificabili con i principali restringimenti interni ad elementi della rete oppure con la presenza di infrastrutture medie e grandi all'interno degli elementi stessi, dove è necessario mantenere (evitando ulteriori restringimenti della sezione permeabile presso le "strozzature"), nel primo caso, o ripristinare (nel caso di barriere antropiche non attraversabili), nel secondo, la permeabilità ecologica. Di conseguenza, i varchi vengono distinti in tre tipologie: "varchi da mantenere", ovvero aree dove si deve limitare ulteriore consumo di suolo o alterazione dell'habitat affinché l'area conservi la sua potenzialità di "punto di passaggio" per la biodiversità; "varchi da deframmentare", ovvero dove sono necessari interventi per mitigare gli effetti della presenza di infrastrutture o insediamenti che interrompono la continuità ecologica e costituiscono ostacoli non attraversabili; "varchi "da mantenere e deframmentare" al tempo stesso, ovvero dove è necessario preservare l'area da ulteriore consumo del suolo e simultaneamente intervenire per ripristinare la continuità ecologica presso interruzioni antropiche già esistenti. Per il settore alpino e prealpino è importante sottolineare che la quasi totalità dei varchi è collocata lungo i principali corsi d'acqua, i quali rappresentano, a differenza di quanto avviene nella Pianura Padana, un elemento di "discontinuità" ecologica. Questo è riconducibile all'elevato valore naturalistico di tale settore, dovuto in primo luogo ad un livello di urbanizzazione decisamente inferiore rispetto alla pianura, conseguente alle caratteristiche geomorfologiche dell'area stessa; non a caso le zone maggiormente sottoposte a pressione antropica sono proprio i fondovalle con le relative aste fluviali, mentre la restante parte del territorio mantiene ancora oggi il suo alto valore naturalistico, che lo rende una fondamentale area sorgente di biodiversità.

Gli altri elementi della RER svolgono una funzione di completamento del disegno di rete e di raccordo e connessione ecologica tra gli Elementi primari e sono costituiti dagli Elementi di secondo livello, i quali consistono in:

- a) Aree importanti per la biodiversità non ricomprese nelle Aree prioritarie;
- b) Elementi di secondo livello delle Reti Ecologiche Provinciali, quando individuati secondo criteri naturalistici/ecologici e ritenuti funzionali alla connessione tra Elementi di primo e/o secondo livello.

Alcune porzioni del territorio comunale di Colico appartengono agli elementi di primo livello della RER, ovvero elementi primari individuati principalmente sulla base delle Aree prioritarie per la biodiversità. Inoltre vi è un varco della RER "da mantenere e deframmentare" ovvero per il quale è necessario preservare l'area da un ulteriore restringimento e consumo di suolo e simultaneamente intervenire per ripristinare la continuità ecologica rispetto alle interruzioni antropiche esistenti.

Ogni settore della RER viene descritto attraverso una carta in scala 1:25.000 ed una scheda descrittiva ed orientativa.

Il Comune di Colico rientra nei settori 46-66 "Pian di Spagna e Lepontine settentrionali", che comprendono la Riserva Naturale Regionale di Pian di Spagna – Lago di Mezzola, il settore settentrionale del Lago di Como e delle Lepontine, la parte meridionale del Piano di Chiavenna, le basse valli dei Ratti e Codera e la bassa Valtellina. Si tratta di un'area di eccezionale valore in termini di biodiversità, per la presenza di ambienti assai diversificati e in buono/ottimo stato di conservazione (come il Pian di Spagna e Lago di Mezzola). Per quanto riguarda il lago di Como, gli ambienti più significativi sono rappresentati dalle acque profonde, nei quali si sviluppano interessanti cenosi ricche nei vari livelli trofici, e da pareti rocciose, forre e zone umide prospicienti il lago. Queste ultime sono aree importanti per la nidificazione dei rapaci, in particolare Nibbio bruno (numerose coppie), Pellegrino e Gufo reale. L'area è di importanza internazionale per l'ittiofauna e per l'avifauna acquatica. Il principale elemento di frammentazione è costituito dall'urbanizzato (soprattutto lungo le sponde del Lago di Como e nei fondovalle) e dalle infrastrutture lineari dei fondovalle della Val Chiavenna e della Valtellina e lungo le rive del Lago di Como (S.S. 36 e 37, S. P. 340 d).

Il territorio del comune di Colico è interessato dalla presenza sia di Elementi di Primo Livello che Elementi di Secondo Livello della Rete Ecologica Regionale, che ricoprono la maggior parte del territorio comunale. Gli Elementi di Primo Livello, in particolare, corrispondono a due aree prioritarie per la biodiversità: Lago di Como (n. 71) e Pian di Spagna, Mezzola, Piano di Chiavenna (n. 42).

La RER, inoltre, individua tra i Varchi da mantenere e deframmentare quello tra Corte e Borgonuovo, in Comune di Colico. Il territorio comunale infine include anche una piccolissima porzione del Corridoio primario che dal Pian di Spagna, costeggiando le Alpi, arriva fino al Parco dello Stelvio.

Sulla base della rete ecologica regionale, è stata redatta la carta dell'ecomosaico - rete ecologica (cod. elaborato T00IA02AMBCT06A), della quale se ne riporta uno stralcio nella figura successiva.



Figura 2-21: Stralcio dell'elaborato "Carta dell'ecosomaico - rete ecologica" (T00IA02AMBCT06A)

In particolare, l'area di progetto è ubicata in corrispondenza di elementi di secondo livello della RER.

Per quanto riguarda l'ambito provinciale, è stata presa in considerazione la Carta della Rete Ecologica Provinciale, redatta nell'ambito della Revisione 2014 al PTCP della Provincia di Lecco, (approvazione delibera C.P. n. 40 del 09.06.2014). Nello specifico la rete ecologica della Provincia di Lecco risulta strutturata sulla base di:

- Elementi strutturali della REP (Rete Natura 2000 e aree tutelate), che sostengono il progetto della rete e nei quali sono compresi i Parchi, i SIC e le ZPS, i PLIS riconosciuti e proposti.
- Elementi funzionali della REP, che costruiscono il disegno della rete e nei quali sono compresi:
 - Ambiti di primo livello (core areas): comprendono le aree centrali entro le quali mantenere nel tempo le specie-guida delle popolazioni. Sono le aree di pregio ecologico più alto derivate dal gradiente di idoneità definito dal modello geostatistico di idoneità faunistica.
 - Ambiti di secondo livello: comprendono aree strutturali con alterazioni tali da compromettere la connettività del sistema ecologico e la sua funzionalità riguardo ai servizi ecosistemici.
 - Zone di completamento della REP: comprendono aree di pregio ecologico basso o medio basso, localizzate in punti strategici per la connettività o per la valorizzazione delle core areas della rete ecologica.

- Zone tampone: comprendono aree di protezione mirate a ridurre i fattori di minaccia agli ambiti della rete ecologica, assorbendo i disturbi reciproci tra aree per la conservazione della natura e le aree a pressione antropica.
- Corridoi ecologici: sono gli elementi di connessione tra le core areas. Sono costituiti da fasce di territorio che, presentando una continuità territoriale, sono in grado di collegare ambienti naturali diversificati fra di loro, agevolando lo spostamento della fauna.
- Corridoi fluviali di primo e di secondo livello: comprendono fasce di territorio prossime agli ecosistemi fluviali e in grado costituire fasce idonee al collegamento di ambienti naturali diversificati fra di loro, ponendosi come connessioni ecologiche. I corridoi di primo livello, in genere, presentano valenza sovra provinciale, i corridoi di secondo livello hanno funzioni ecologiche ridotte rispetto alle potenzialità, ma in grado di collegare core areas,
- Varchi della rete ecologica provinciale: varchi corrispondono a punti della rete e/o a tratti di corridoi ecologici ove sono presenti strettoie, infrastrutture interferenti o dove l'espansione urbana sta determinando una significativa riduzione degli spazi aperti con rischio di occlusione;
- Elementi di criticità per la rete ecologica, che costituiscono interferenze e disturbi per la rete, ed in particolare la sua connettività. Si tratta principalmente di pressioni derivanti dal sistema insediativo (crescita edilizia e infrastrutturale);
- Aree prioritarie di intervento, che corrispondono a situazioni ove i caratteri strategici della rete ecologica, ed in particolare la sua permeabilità biologica, appaiono più fortemente minacciati da addensamento di fattori di criticità quali: disordine territoriale, fenomeni di occlusione causati da pressione insediativa, interferenze infrastrutturali, etc. Più in generale, ove sono frequenti elementi di frammentazione della rete.

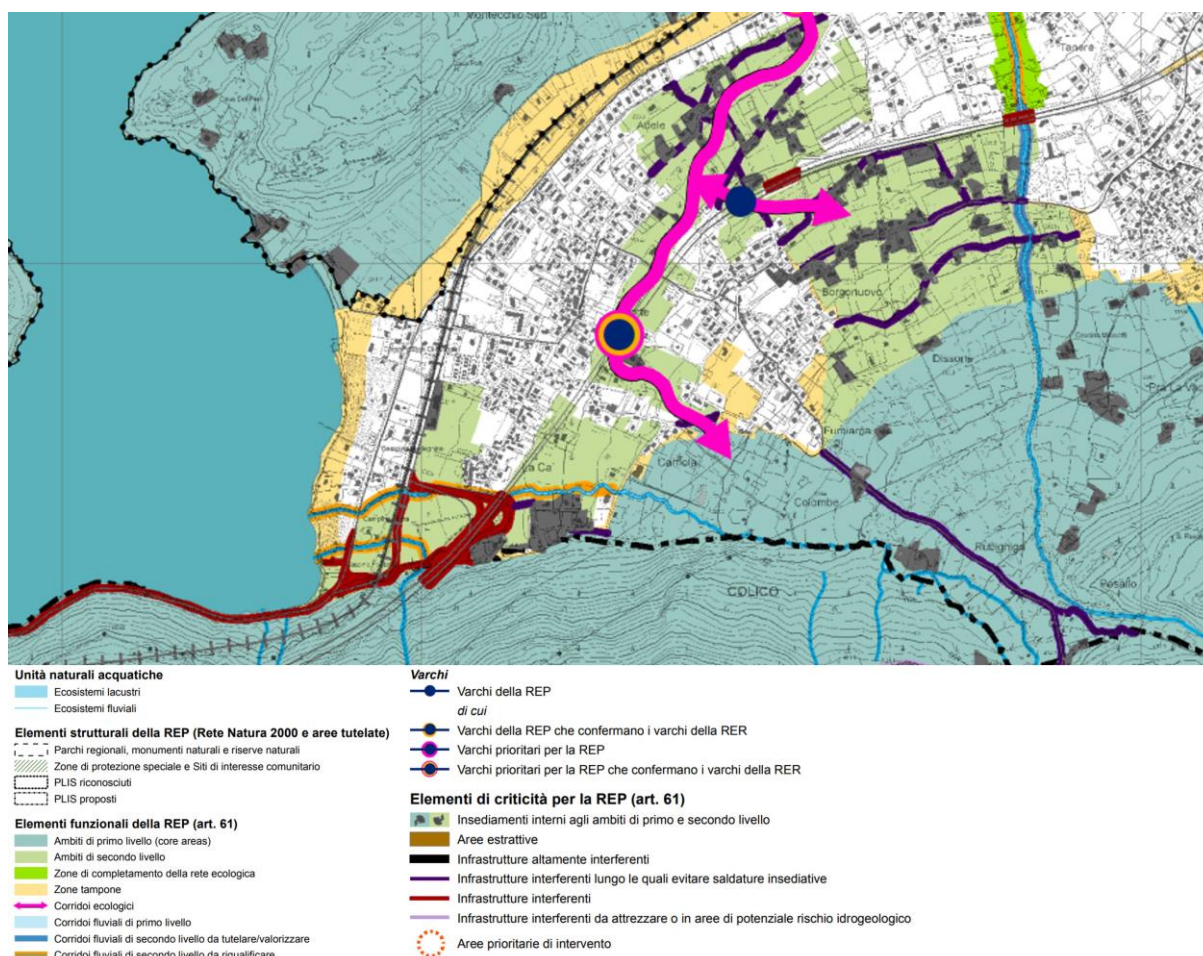


Figura 2-22:Stralcio, e relativa legenda della Rete Ecologica Provinciale (Fonte: https://www.provincia.lecco.it/pr-lecco-media/2020/11/COLICO_territorio_comunale.pdf)

Nell'area di sito, in relazione alla Rete ecologica Provinciale, corrisponde in parte all'infrastruttura stradale esistente (Infrastrutture interferenti), ambiti di secondo livello, corridoi fluviali di secondo livello da riqualificare, ed in minima parte, ambiti di primo livello, che corrispondono alle aree boscate dei versanti.

Le informazioni più recenti provengono dalla variante generale al PGT 2019 adottata dal comune di Colico. Nella "Carta della Rete Ecologica Comunale", si riportano innanzitutto le previsioni della rete ecologica regionale che comprendono gli elementi di primo e secondo livello ed un varco collocato in località Laghetto che collega il sistema della montagna con il Montecchio Sud.

La rete ecologica provinciale è riportata per intero sia riguardo agli ambiti di primo e secondo livello che rispetto ai completamenti ed alle zone tampone, i corridoi fluviali da tutelare e riqualificare.

Per quanto attiene alla rete ecologica comunale l'elemento di maggior pregio è rappresentato dal Parco Locale di Interesse Sovracomunale dei Montecchi riproposto nel PGT in coerenza con le previsioni del PTCP. Fanno parte della rete ecologica comunale gli abiti agricoli di rilevanza strategica e le aree boscate desunte dal Piano di Indirizzo Forestale, vengono inoltre confermati come varchi della rete ecologica comunale due previsioni una in località La Cà e l'altra nelle aree libere poste tra lo Stallone e l'area industriale.

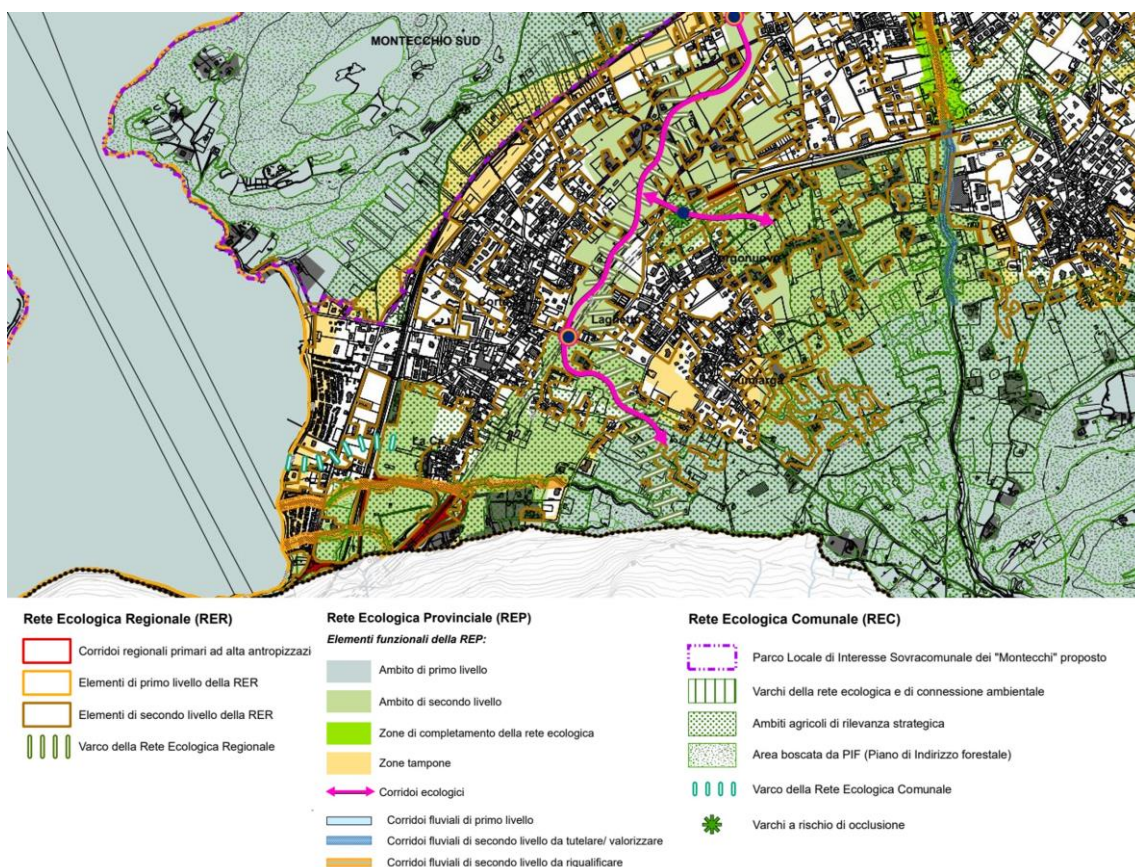


Figura 2-23: Stralcio, e relativa legenda, della Tav. DP 4 Tavola della Rete Ecologica (Fonte: <https://www.comune.colico.lc.it/index.php/home/area-documentale/pgt-1/variante-pgt-2019/elaborati-di-piano/3444-tav-dp-4-tavoladellareteecologica-10000/file>)

Nell'area di sito, in relazione alla Rete Ecologica Comunale, oltre ai già citati elementi della RER e della REP, si intercettano "Ambiti agricoli di rilevanza strategica".

2.3 C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

2.3.1 Inquadramenti territoriali

L'area in esame ricade principalmente nel comune di Colico, situato sulla sponda settentrionale-orientale del lago di Como. Il suo territorio ha un'estensione di circa 35,06 km² e risulta situato in posizione chiave lungo le direttrici stradali che collegano Lecco, Chiavenna e Sondrio.

Nel Comune di Colico sono comprese sette frazioni che fanno corona alla zona centrale del Comune: la frazione più settentrionale è Curcio, al centro c'è Villatico, all'altro estremo Laghetto, che comprende la contrada di Piona in cui ricade il progetto e che s'affaccia sul bacino naturale del laghetto di Piona, nel quale è situata la penisola che ospita la frazione di Olgiasca. Verso le pendici del Monte Leone si trovano le altre tre frazioni di San Rocco, Posallo e Fontanedo. In minima parte, il progetto rientra nel territorio del Comune di Dorio.

2.3.2 Inquadramento pedologico

Secondo i dati reperibili dal Geoportale della Lombardia e, più nello specifico, dalla Carta Pedologica, il territorio di Colico è inserito nella regione Pedologica Insubrica alpina e, più specificatamente, nella stessa provincia pedologica "Insubrico alpina" e quindi nel Distretto "Alto Lario" (codice 01.03.01).

Le caratteristiche dei suoli di Colico sono strettamente influenzate dalla natura geologica del sottosuolo, a sua volta, dipendente dall'affioramento di depositi alluvionali, glaciali quaternari, conoidi o affioramenti di Basamento Cristallino (gneiss e micascisti).

Il territorio è caratterizzato dalla presenza di versanti circumlacuali fino a 800 m - 1.000 m (con conoidi), piana alluvionale e/o lacustre recente delle basse valli dell'Adda e del Mera e le Valli Varrone e bassa Valsassina a morfologia glaciale.

Il substrato è alluvionale medio fine con torbe nei fondovalle pianeggianti, con micascisti e conglomerati sui versanti dei bacini Varrone e Pioverna.

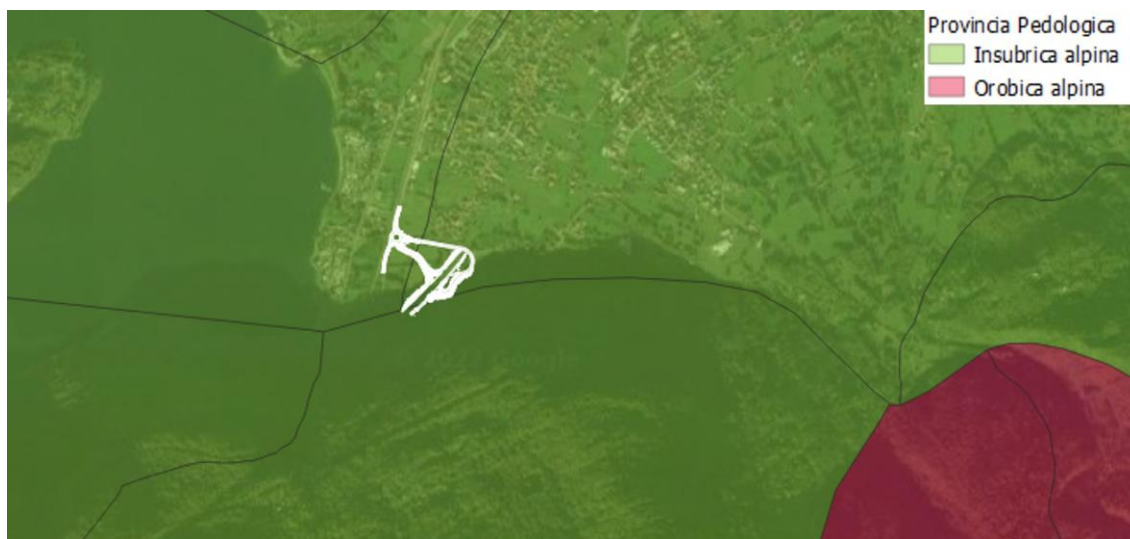


Figura 2-24: Ubicazione del progetto sul formato vettoriale della carta Pedologica della Regione Lombardia. (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Con particolare riferimento al territorio di Colico, di seguito sono elencate le tipologie di suolo presenti.

Regosols: sono tipici suoli dei fondovalle alluvionali pianeggianti ed ambienti umidi; si trovano a quote prevalentemente basse. L'uso di questi suoli è a prato stabile, seminativo o frutteto. La tessitura è franco-sabbiosa con scheletro da comune (in superficie) ad abbondante (in profondità), il ph è neutro. Sono molto sottili, con un orizzonte C molto profondo (5,00 m); nelle zone dove il ristagno idrico è maggiore presentano segni di idromorfia in profondità.

Fluvisols: sono tipici suoli dei fondovalle pianeggianti a bassa quota. La tessitura è franco-sabbiosa con scheletro abbondante; sono sub-acidi e saturi, localmente calcarei; molto sottili e di colore giallastro. Il drenaggio è spesso lento e talvolta impedito, con segni di idromorfia in profondità. Sono poco fertili per il cattivo drenaggio.

Cambisols: sono suoli originati dal materiale detritico di versante o da anfiteatri morenici tardo wurmiani; si trovano sotto varie coperture vegetali (bosco di latifoglie e castagneti, bosco misto o di conifere, prati stabili). Le quote sono medio - basse, non oltre i 1.000 m; le pendenze sono moderate o elevate, le esposizioni variabili. L'ambiente è poco roccioso e pietroso. La struttura di questi suoli è franco-sabbiosa con scheletro abbondante; spesso sono aridi. Il ph è sub-acido; in alcuni casi assumono colorazioni rossastre.

2.3.3 Uso del suolo

Il territorio dell'area in esame, un tempo adibito principalmente all'attività agricola, oggi sostituita dalle attività del secondario e del terziario, è prevalentemente occupata dal bosco

secondariamente da aree urbanizzate rappresentate in buona parte da strutture turistiche. Una notevole importanza rappresentano anche i prati stabili, in particolare nelle aree poste sotto la strada provinciale sotto la ferrovia, che permettono una discreta attività di coltivazione dei fondi e zootecnica. Di seguito si riportano le tipologie di uso del suolo nel territorio comunale, secondo la classificazione del DUSAF.

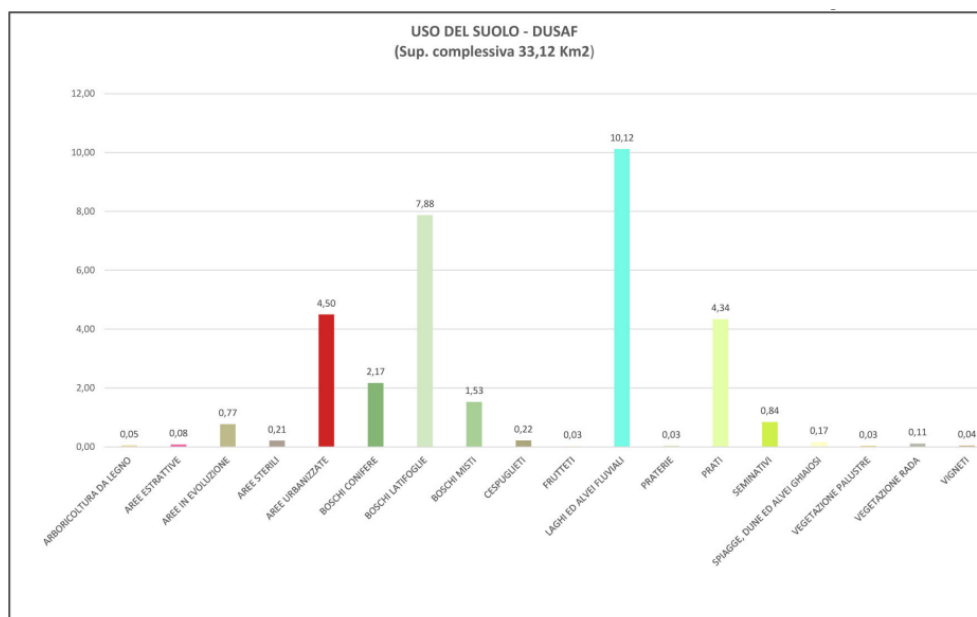


Figura 2-25: Tipologie di utilizzo del suolo nel territorio comunale (Fonte: Variante generale PGT)

Per quanto riguarda l'uso del suolo, le forme di gestione/utilizzo dei suoli maggiormente diffuse sono rappresentate dalle aree boscate, aree agricole, seminativi e le aree urbane.

Le aree a vocazione forestale sono principalmente rappresentate da castagneti, presenti soprattutto sui versanti del Monte Legnone dove termina l'ambito urbano, e sui Montecchi, principalmente tra la frazione di Olgiasca e l'Abbazia di Piona ed in località Torre di Fontanedo.

La maggior parte delle aree agricole è rappresentata da prati permanenti di cui lo sfalcio è il principale utilizzo, in subordinazione il pascolo. I seminativi presenti sul territorio comunale sono caratterizzati da granturco; tuttavia, non sono presenti nell'area in esame. Inoltre, molti prati da sfalcio sono stati utilizzati per la piantumazione di piante da frutto, in particolare il noce.

Per quel che concerne la matrice antropica, essa è rappresentata principalmente dall'urbano della frazione di Corte e dalle strutture turistiche, concentrate sulla sponda della baia di Piona, e dalle infrastrutture lineari quali strade e ferrovie.

Nell'ambito dell'analisi della componente in esame è stata redatta, in scala 1:2000, la "Carta dell'uso del suolo" (cod. elaborato T00IA02AMBCT04), della quale si riporta uno stralcio nella figura successiva. Essa è stata elaborata sulla base delle cartografie disponibili sul Geoportale della Regione Lombardia, ed in particolare dal Carta di Uso del Suolo della Regione Lombardia (DUSAF 6.0).

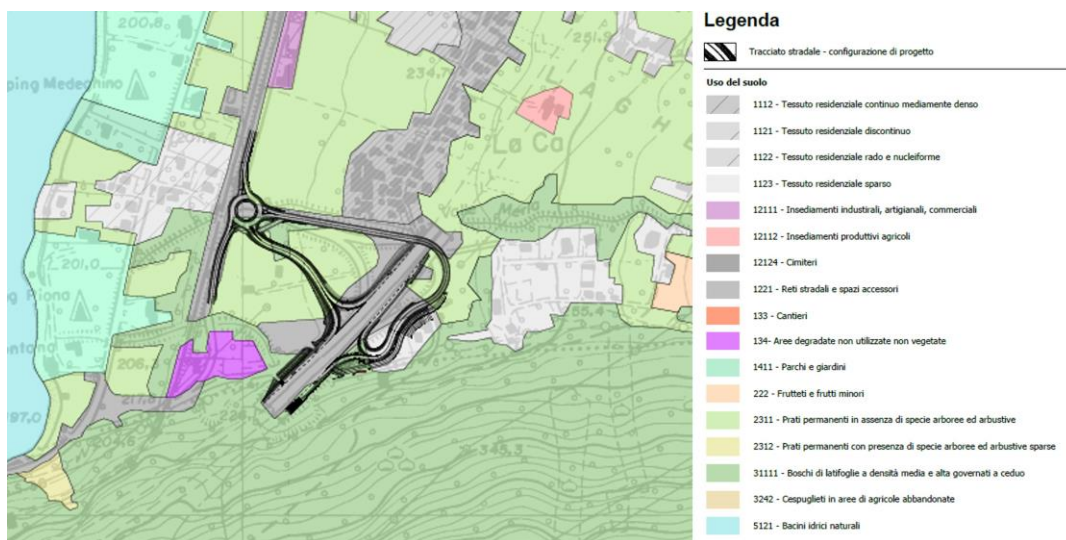


Figura 2-26: Stralcio dell'elaborato " Carta dell'uso del suolo"

Nello specifico, l'area interessata dalla realizzazione dello svincolo ricade in gran parte sul sedime viario, in aree classificate come "Reti stradali e spazi accessori". In secondo luogo l'area è caratterizzata da prati permanenti e da boschi di latifoglie a media e alta densità governati a ceduo, i quali si riferiscono ad un filare presente nell'area dei prati permanenti ed ai castagneti presenti sulle pendici del M.te Legnoncino, che delimitano a sud l'area di intervento. Presenti nell'area di sito anche aree caratterizzate da tessuto residenziale sia sparso che continuo.

2.3.4 Consumo di suolo

Il consumo di suolo consiste in una variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato). Sono generalmente i suoli migliori, quali quelli delle pianure, i più soggetti ad essere consumati, e si tratta di una perdita totale ed irreversibile della risorsa.

La copertura con materiali impermeabili è probabilmente l'uso più impattante che si può fare della risorsa suolo, poiché ne determina la perdita totale o una compromissione permanente della sua funzionalità, tale da limitare o inibire il suo insostituibile ruolo nel ciclo degli elementi nutritivi.

L'impermeabilizzazione oltre a rappresentare la principale causa di degrado del suolo in Europa, accresce il rischio di inondazioni, contribuisce ai cambiamenti climatici, minaccia la biodiversità, provoca la perdita di terreni agricoli fertili e aree naturali e seminaturali, contribuisce insieme alla diffusione urbana alla progressiva e sistematica distruzione del paesaggio, soprattutto rurale e alla perdita delle capacità di regolazione dei cicli naturali e di mitigazione degli effetti termici locali (Commissione Europea, 2012).

Con la legge regionale n. 31 del 28 novembre 2014 la Lombardia ha introdotto nel governo del territorio nuove disposizioni mirate a limitare il consumo di suolo e a favorire la rigenerazione delle aree già urbanizzate. Sul presupposto che il suolo è una risorsa non rinnovabile, l'obiettivo prioritario di riduzione del consumo di suolo si concretizza nell'orientare le attività di trasformazioni urbanistico-edilizie non più verso le aree libere, ma operando sulle aree già urbanizzate, degradate o dismesse, da riqualificare o rigenerare.

I dati riportati nella tabella successiva derivano dal rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" (Report SNPA n. 22/2021), prodotto del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), che assicura le attività di monitoraggio del territorio e del consumo di suolo.

Il suolo consumato si può definire come quantità complessiva di suolo a copertura artificiale esistente in un dato momento. Il suolo consumato misurato in valori percentuali rispetto alla superficie territoriale rappresenta il grado di artificializzazione.

Il consumo di suolo netto è l'incremento della copertura artificiale del suolo, valutato attraverso il bilancio tra il consumo di suolo e l'aumento di superfici agricole, naturali e seminaturali, dovuto a interventi di recupero, demolizione, deimpermeabilizzazione, rinaturalizzazione o altre azioni in grado di riportare il suolo consumato in un suolo in grado di assicurare i servizi ecosistemici forniti da suoli naturali.

	Livello Nazionale	Livello Regionale (Lombardia)	Livello Provinciale (LC)
Suolo consumato 2020 (ha)	2.143.209	288.504	9.666
Suolo consumato 2020 (%)	7,11	12,08	11,99
Consumo di suolo netto 2019- 2020 (ha)	5.175	765,45	14
Consumo di suolo netto 2019- 2020 (%)	0,24	0,27	0,15

Tabella 2-26: Suolo consumato (2020) e consumo netto di suolo annuale (2019-2020) a livello nazionale, regionale e provinciale (Fonte dati: report SNPA n. 22/2021)

A livello regionale la Lombardia detiene il primato in termini assoluti, con oltre 288 mila ettari del suo territorio coperto artificialmente, di suolo consumato, infatti il 13,5% delle aree artificiali italiane è in questa regione. Anche per quel che riguarda gli incrementi maggiori, indicati dal consumo di suolo netto in ettari dell'ultimo anno, sono avvenuti nella regione Lombardia, con 765 ettari in più rispetto al 2019.

A livello provinciale risulta circa il 12% di suolo consumato nel 2020, pari a 9.666 ha, con un incremento rispetto al 2019 di soli 14 ha, corrispondente allo 0,15%. Tuttavia la Provincia di Lecco si trova in linea con i dati non incoraggianti a livello regionale, relativamente alla percentuale di suolo consumato rispetto alla superficie territoriale.

Come illustrato nella figura successiva, Lecco si posiziona in linea con la maggior parte delle lombarde relativamente alla percentuale di suolo consumato.

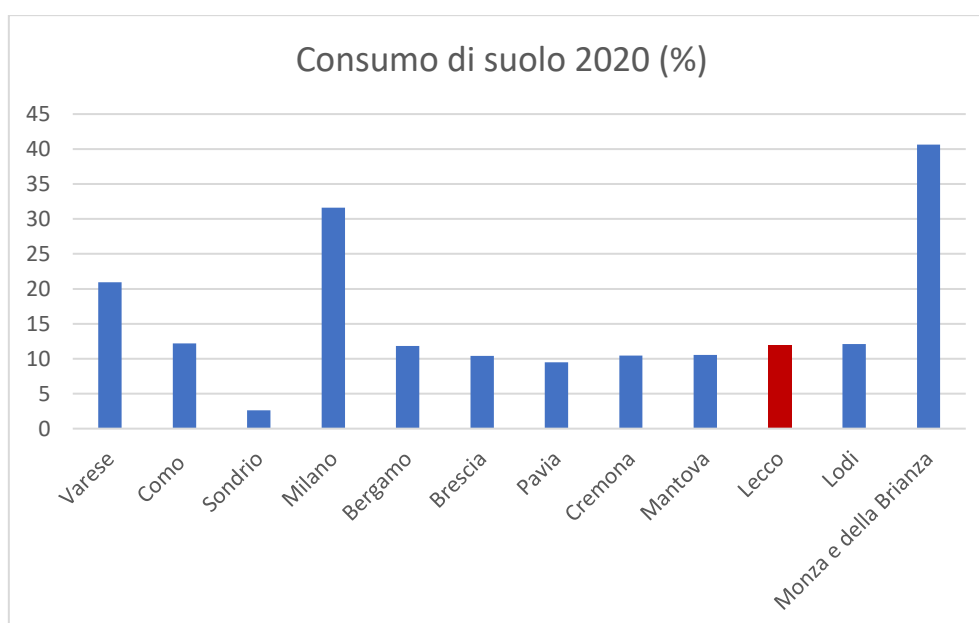


Tabella 2-27: Consumo di suolo relativo alle Province della Lombardia. In rosso la provincia interessata dal progetto (fonte: elaborazioni su dati ISPRA).

Inoltre occorre sottolineare come nell'ambito della revisione del Piano di Governo del Territorio, il quale comprende anche l'adeguamento dello strumento urbanistico alla legge regionale 28 novembre 2014 n. 31 che introduce disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e la riqualificazione del suolo degradato, sono stati introdotti i criteri per l'attuazione della politica di riduzione del consumo di suolo e le modalità di redazione delle carte del consumo di suolo.

2.3.5 Capacità d'uso dei suoli

La capacità d'uso dei suoli permette di classificare il territorio in ampi sistemi agro-silvo-pastorali raggruppati in base alla loro capacità di sostenere produzioni agricole, foraggiere o legname senza degradarsi, ossia conservando il loro livello di qualità.

Il sistema di classificazione maggiormente utilizzato è quello della Land Capability Classification (LCC): una classificazione finalizzata a valutare le potenzialità produttive del suolo per utilizzazioni di tipo agro-silvo-pastorale sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della risorsa suolo.

Il concetto guida della "Land Capability" non si riferisce unicamente alle proprietà fisico-chimiche del suolo, che concorrono a determinare la sua attitudine più o meno ampia alla produzione di particolari colture, ma anche alle caratteristiche dell'ambiente in cui il suolo è inserito. Secondo il sopracitato sistema di classificazione, i suoli vengono attribuiti a otto classi, indicate con i numeri romani da I a VIII, in base al numero ed alla severità delle limitazioni che possiedono. Le classi da I a IV identificano suoli coltivabili, la classe V comprende suoli particolari, come quelli molto pietrosi e i suoli delle aree golenali, le classi VI e VII comprendono suoli adatti solo alla forestazione o al pascolo, mentre l'ultima classe VIII comprende suoli con limitazioni tali da escludere ogni utilizzo a scopo produttivo.

La Regione Lombardia ha redatto la carta della Capacità d'uso dei suoli, la quale rappresenta l'attitudine dei suoli lombardi all'uso agro-silvo-pastorale, in accordo con la LCC. Nell'ambito della presente analisi, è stato utilizzato il formato vettoriale della carta sopracitata, al fine di analizzare l'area in esame.



Figura 2-27: Ubicazione del progetto sul formato vettoriale della carta della capacità di uso dei suoli della Regione Lombardia. (Fonte: Open data Regione Lombardia¹⁹)

Lo svincolo stradale in esame è ubicato principalmente su un suolo identificabile nella “IV classe”, corrispondente a suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola, i quali consentono solo una limitata possibilità di scelta.

2.3.6 Patrimonio agroalimentare

Tra i prodotti DOP della provincia di Lecco, ci sono, tra i formaggi, il Salva Cremasco DOP, un formaggio molle da tavola a pasta cruda e crosta lavata, che può anche essere aromatizzata con erbe o vinacce. L'olio extravergine di oliva Laghi Lombardi, in base al relativo disciplinare di produzione (GUR n.234 del 7/10/1998), ha tra le zone di produzione alcuni comuni della provincia di Lecco, tra cui anche Colico. L'olio extravergine di oliva Laghi Lombardi DOP è ottenuto dai frutti dell'olivo delle varietà Leccino, Frantoio, Casaliva, Pendolino e Sbresa. La denominazione deve essere accompagnata da una delle seguenti menzioni geografiche aggiuntive: Sebino e Lario. Le menzioni si differenziano per l'area di produzione e per la diversa percentuale negli oliveti delle specifiche varietà di olivo. In particolare sono comprese le province di Como e Lecco per la menzione geografica "Lario", quest'ultimo è ottenuto dalle varietà Leccino, Frantoio, Casaliva (almeno 80%),

¹⁹ <https://www.dati.lombardia.it/Territorio/Carta-Capacita-Di-Usi-Dei-Suoli/nhap-awk3>

e ha colore verde-giallo, odore fruttato leggero, sapore fruttato leggero con eventuale sensazione di amaro e piccante.

Tra i prodotti tipici dalla provincia di Lecco, il Fiorone della Valsassina, un formaggio grasso, fresco o a breve stagionatura, a pasta cruda, più o meno molle, da latte vaccino intero e crudo, prodotto in Valsassina in provincia di Lecco anche con latte d'alpeggio. Si chiama così perché, quando la cagliata viene divisa, la massa caseosa si apre a forma di fiore.

Tra gli insaccati di maggior consumo in tutta la provincia di Lecco la Mortadella di fegato al vin brulè assume un ruolo di tutto rispetto tra i salumi locali. È prodotto con carni di suino come fegato, carne e pancetta; lavorati con sale, spezie e aromi. È un insaccato che presenta un gusto dolce e amarognolo per il fegato, speziato, colore scuro.

Per quanto riguarda i vini, la denominazione Terre Lariane IGT rappresenta una delle più importanti aree vitivinicole della regione Lombardia. La denominazione include le province di Como e Lecco ed è stata creata nel 2008. I vini della denominazione Terre Lariane IGT si basano principalmente sui vitigni Chardonnay, Riesling, Riesling Italo, Sauvignon, Trebbiano Toscano, Barbera, Cabernet Sauvignon, Merlot, Marzemino, Croatina, Sangiovese, Schiava. Tra i comuni della provincia di Lecco è compreso anche quello di Colico; nel quale i vigneti sono concentrati perlopiù nelle aree dei "Montecchi" (Nord e Sud).

2.3.7 Sistema colturale

Stando all'ultimo Rapporto Agroalimentare della Lombardia²⁰, nel 2020 essa si conferma come prima regione agricola italiana e una tra le più significative nel panorama europeo con una Superficie Agricola Totale (SAT) regionale di 1.145.846 ha e una Superficie Agricola Utilizzata (SAU) pari a 958.378 ha.

Per quanto riguarda le tipologie di coltivi, la Lombardia contribuisce in modo importante relativamente alla produzione nazionale per i cereali, i semi oleosi, le foraggere temporanee e permanenti, mentre più modesto appare il suo contributo per piante da tubero e ortaggi. In particolare i cereali occupano un'ampia porzione della SAU regionale (324 mila ha, pari circa al 36% del territorio) e rappresentano il 10,8% dell'intera superficie cerealicola italiana; la maggior parte delle superfici cerealicole è investita a mais da granella, riso e frumento.

La produzione di legumi secchi, modesta in valori assoluti, nel 2020 è calata del 3,4%, dopo anni di rilevante crescita e costituisce il 10,3% del totale nazionale, mentre notevolmente inferiore è il peso

²⁰ Il sistema agro-alimentare della Lombardia - Rapporto 2021

delle piante da tubero (1,2%). Negli ultimi anni sta crescendo il peso produttivo (7,6%) ed economico degli ortaggi in piena aria, in particolare per cocomero, melone e pomodoro da industria. Un discreto peso sul totale nazionale hanno anche gli ortaggi in serra (4,4%).

Le superfici destinate a foraggiere interessano nel complesso circa 629.000 ha e la loro diffusione è strettamente connessa all'allevamento degli erbivori. Le foraggiere temporanee rappresentano il 17% del totale nazionale in termini di SAU, mentre le foraggiere permanenti occupano circa 207.000 ha di SAU, quasi tutti nelle aree collinari e montane, con una forte presenza dei prati permanenti (11% della SAU e 25% della produzione nazionale) e più ridotta dei pascoli.

La produzione di frutta fresca e secca è pari all'1,4% del totale italiano, con frazioni di poco superiori solo per mele e pere, mentre la regione nel 2020 ha prodotto il 3% dell'uva da vino e lo 0,2% delle olive da olio. Nonostante lo scarso peso quantitativo, la Lombardia occupa un posto di rilievo per quanto riguarda la qualificazione della produzione, testimoniata dal forte orientamento a prodotti DOP e DOC, e da aree di eccellenza in ambito vitivinicolo.

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

Coltivazioni	Lombardia			Italia			Lombardia/Italia	
	superficie in produ- zione (ha)	resa (t/ha)	produzione raccolta (.000 t)	superficie in produ- zione (ha)	resa (t/ha)	produzione raccolta (.000 t)	Superfi- cie (%)	Produ- zione (%)
Cereali	324.336	8,8	2.863	3.011.726	5,5	16.710	10,8	17,1
Frumento tenero	51.868	5,8	298	500.804	5,3	2.669	10,4	11,2
Frumento duro	8.936	4,9	44	1.210.415	3,2	3.885	0,7	1,1
Orzo	21.051	5,9	124	263.430	4,1	1.091	8,0	11,4
Riso	97.861	6,6	650	227.319	6,7	1.513	43,1	43,0
Mais da granella	136.625	12,4	1.699	602.856	11,2	6.771	22,7	25,1
Semi oleosi	48.096	3,9	189	395.797	3,3	1.312	12,2	14,4
Girasole	3.984	3,6	15	122.767	2,4	298	3,2	4,9
Colza	3.404	3,7	12	16.764	2,9	48	20,3	25,9
Soia	40.708	4,0	162	256.134	3,8	965	15,9	16,8
Legumi secchi	6.432	3,7	24	113.054	2,1	233	5,7	10,3
Piante da tubero	672	26,4	18	47.717	30,2	1.441	1,4	1,2
Ortaggi in piena aria	17.228	51,6	889	386.313	30,3	11.719	4,5	7,6
Ortaggi in serra	1.622	40,6	66	33.195	45,3	1.503	4,9	4,4
Cocomero	1.568	60,0	94	13.446	48,5	652	11,7	14,4
Pomodoro da industria	7.923	77,4	613	74.769	69,5	5.199	10,6	11,8
Popone o melone	2.669	35,3	94	23.758	25,0	593	11,2	15,9
Foraggere temporanee	422.759	49,0	20.710	2.459.109	25,2	61.938	17,2	33,4
Erbai	332.838	49,1	16.326	1.212.356	28,1	34.072	27,5	47,9
Mais ceroso	192.525	59,8	11.508	378.943	54,5	20.654	50,8	55,7
Loietto	27.332	39,1	1.070	87.218	23,3	2.030	31,3	52,7
Prati avvicendati	89.921	48,8	4.384	1.246.753	22,4	27.866	7,2	15,7
Erba medica	74.527	50,8	3.786	715.642	29,8	21.312	10,4	17,8
Prati polifiti	11.685	38,7	452	330.586	11,3	3.743	3,5	12,1
Foraggere permanenti	206.680	13,1	2.704	3.620.310	5,0	18.085	5,7	15,0
Prati permanenti	92.506	25,9	2.393	832.254	11,3	9.446	11,1	25,3
Pascoli	114.174	2,7	311	2.788.056	3,1	8.639	4,1	3,6
Frutta fresca e secca	5.106	15,2	78	418.911	13,3	5.589	1,2	1,4
Melo	1.550	31,9	50	54.906	44,8	2.462	2,8	2,0
Pero	756	13,8	10	26.599	23,3	619	2,8	1,7
Uva da vino	21.997	9,9	218	652.451	11,0	7.154	3,4	3,0
Olivo	2.325	2,5	5,7	1.140.347	2,1	2.405,8	0,2	0,2

Figura 2-28: Superfici e produzioni delle principali coltivazioni in Lombardia e in Italia nel 2020 (Fonte: "Il sistema agro-alimentare della Lombardia - Rapporto 2021)

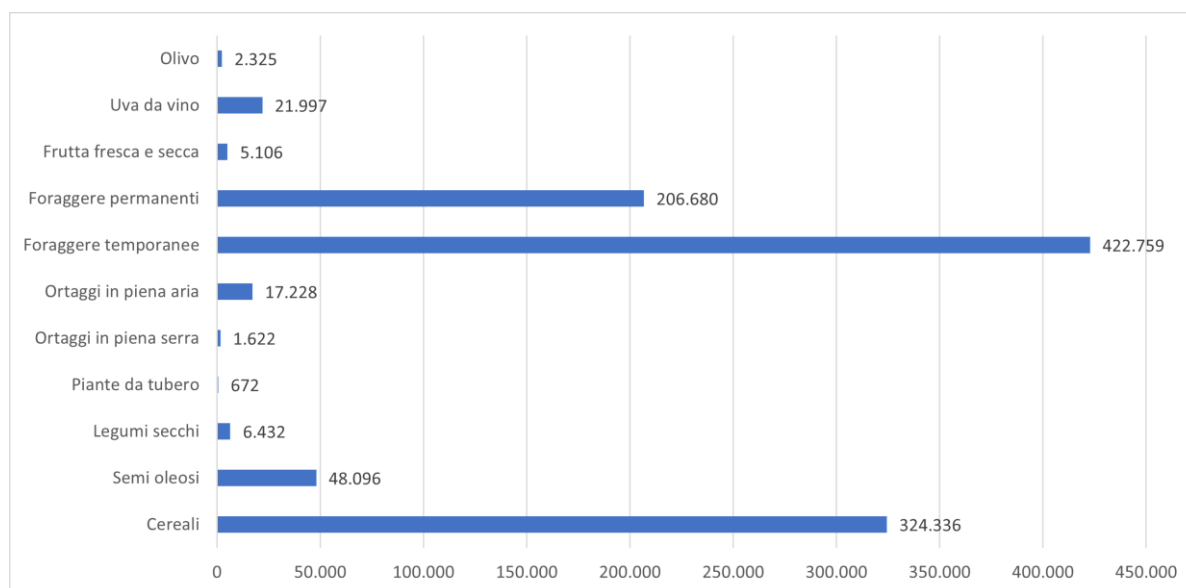


Figura 2-29: Superfici in ha delle principali coltivazioni in Lombardia. (Fonte dati: "Il sistema agro-alimentare della Lombardia - Rapporto 2021)

Relativamente al contesto provinciale interessato dal progetto in esame, sono stati analizzati i dati relativi al 6° censimento generale dell'Agricoltura. La struttura e la produzione delle aziende agricole. Nella provincia di Lecco, la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) nel 2010 ha avuto una diminuzione del 13% rispetto al 2000, mentre per lo stesso periodo si ha un incremento della Superficie Aziendale Totale (SAT) pari al 1,4% e del numero delle aziende che sale da 1232 a 1702 (variazione del 38%). La diminuzione della SAU rispecchia l'andamento regionale, seppure con percentuali diverse, relativo allo stesso periodo.

Anche a livello di comunale, nel territorio di Colico si registra una diminuzione sia della SAU, che passa da 1.111,32 a 841,41 ha, sia della SAT che passa da 1.286,69 a 1.162,43 ha nel 2010. Aumenta invece il numero di aziende, che passa da 95 a 117.

Rispetto ad una superficie coltivata di più di 10.000 ettari, un po' meno della metà è rappresentato da prati permanenti ed il rimanente è quasi equamente ripartito tra seminativi e pascoli di montagna; a completare la ripartizione resta una piccola ma significativa superficie a coltivazioni legnose agrarie.

Relativamente alla tipologia di coltivi dell'area strettamente interessata dal progetto, quindi relativa al comune di Colico, il territorio risulta interessato principalmente interessato da prati permanenti e pascoli ed in maniera minore da seminativi e coltivazioni legnose agrarie. I seminativi

sono prevalentemente rappresentati da granturco. Inoltre, molti prati da sfalcio sono stati utilizzati per la piantumazione di piante da frutto, in particolare il noce.

Seminativi	Vite	Coltivazioni legnose agrarie	Orti familiari	Prati permanenti e pascoli
25,89 ha	1,22 ha	5,12 ha	2,02 ha	379,52 ha

Tabella 2-28: Tipologia di superfici coltivate nel territorio comunale di Colico (Fonte dati: ISTAT)

2.3.8 La struttura e la produzione delle aziende agricole

Analizzando dati più recenti, disponibili solo a livello regionale, la SAU ha subito un lieve calo, rappresentando al 2016 il 7,6 % del territorio nazionale.

	Italia	Lombardia	% Lombardia/Italia
SAT (ha)	16.525.472	1.145.846	6,9
SAU (ha)	12.598.161	958.378	7,6

Tabella 2-29 – SAT e SAU a livello nazionale e regionale. (Fonte dati: "Il sistema agro-alimentare della Lombardia - Rapporto 2021)

In Lombardia la forma di possesso di SAU più diffusa è l'affitto (49,5%), in crescita di otto punti percentuali rispetto al 2000. In calo di circa 10 punti percentuali la SAU di proprietà, che passa dal 55,3% del 2000 al 45,5% del 2010, mentre sono in leggero aumento i terreni concessi ad uso gratuito (dal 3,3% nel 2000 al 5% nel 2010). Le percentuali relative alla forma di possesso di SAU a livello provinciale seguono i valori regionali.

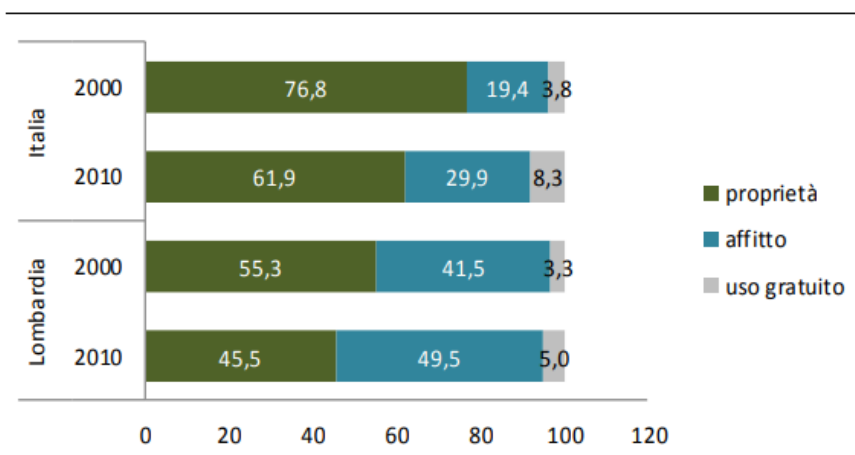


Figura 2-30: Percentuale SAU per titolo di possesso (Fonte: 6° censimento generale dell'agricoltura in Lombardia)

La forma di gestione aziendale più diffusa in Lombardia è quella diretta da parte del conduttore e della sua famiglia. In generale, si assiste a una flessione delle aziende che fanno ricorso alla conduzione con salariati, che passano dal 10,3% nel 2000 al 5,7% nel 2010. Di contro, aumenta il numero delle aziende che fanno ricorso alla conduzione diretta (93,3% nel 2010). Situazione analoga si ritrova a livello provinciale, in cui il 97,3 delle aziende adotta la forma di gestione aziendale diretta. Anche a livello provinciale la forma di conduzione più diffusa è quella diretta.

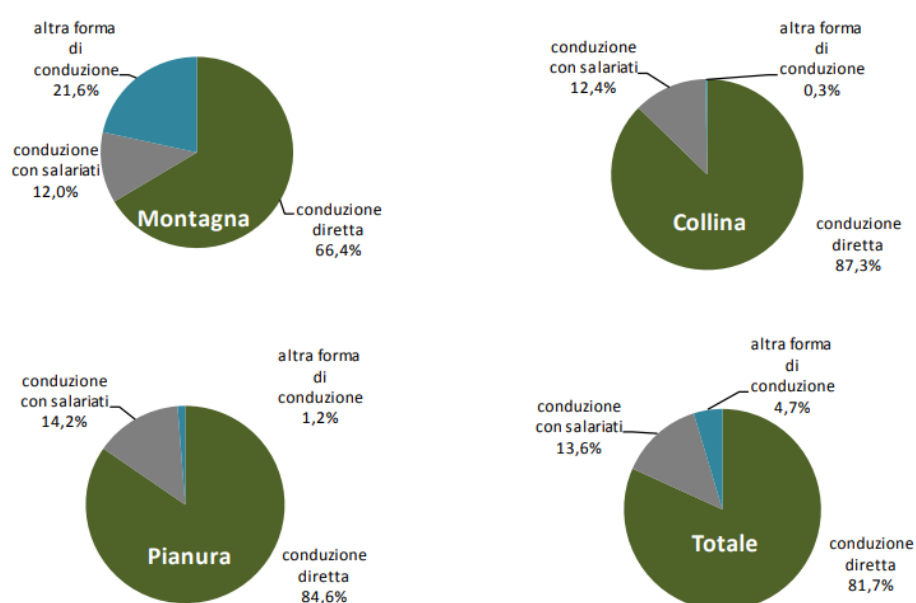


Figura 2-31: Percentuale SAU per forma di conduzione sul territorio lombardo e per fasce altimetriche. (Fonte: 6° censimento generale dell'agricoltura in Lombardia)

Sul territorio comunale di Colico risulta censita al 2010 una sola azienda biologica relativa a prati e pascoli.

Relativamente al settore zootecnico, in Lombardia le aziende con allevamenti hanno subito nel decennio 2000-2020 un calo di circa un quinto (-21,8%) attestandosi a 22.064. Tale riduzione è ancora più consistente per le aziende ubicate in pianura (-26,9%) e più contenuto per quelle collinari (-9%). Le aziende con allevamenti si ripartiscono nella regione sostanzialmente tra l'area di pianura e quella montana; ma se alla prima appartiene il 47,8% degli allevamenti e alla seconda il 34,6%, con riferimento alla consistenza del patrimonio zootecnico emerge chiaramente come l'allevamento si concentri nelle zone pianeggianti: ben l'89,6% delle Unità di Bestiame Adulto (UBA), infatti, afferisce ad aziende della pianura mentre solo il 3,4% appartiene a quelle di montagna.

Relativamente alla provincia di Lecco, le aziende con allevamenti di animali di interesse zootecnico risultano essere in tutto 1.033, quelle senza animali 669. I capi allevati sono pari a 15.600 UBA (Unità Bovine Adulte), di queste, 11.200 UBA circa sono effettivamente allevate sul territorio provinciale, le rimanenti 4.400 in stalle poste fuori provincia, pur facendo capo ad aziende lecchesi.

2.4 D – Geologia e acque

2.4.1 Inquadramento tematico

Nel presente capitolo vengono descritti i contesti geomorfologico, stratigrafico ed idrogeologico di riferimento, analizzando successivamente il tracciato in progetto con riferimento al rapporto tra l'assetto del sottosuolo ed il suo comportamento conseguente alla costruzione delle principali opere previste. Gli elementi necessari alla suddetta analisi derivano dall'esame della documentazione bibliografica disponibile per l'area in oggetto e dall'analisi diretta delle condizioni geologiche e geomorfologiche delle aree all'interno delle quali ricade l'intervento in progetto.

2.4.2 Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico l'area di studio è pressoché posta al limite tra il conoide alluvionale dei torrenti Merla e Perlino e le propaggini nord del Monte Legnoncino, Figura 2-32.



Figura 2-32

La geomorfologia dell'area è il risultato di una serie di processi che hanno modellato il territorio; nell'area più ampia le forme del paesaggio appaiono legate alla "struttura geologica" del territorio, intesa come costituzione litologica ed assetto tettonico. Su questa si è poi imposta l'azione di esazione e deposizionale glaciale; ne sono ancora testimonianza in molte zone, i numerosi depositi di facies glaciale. Successivamente, l'azione di degradazione meteorica ha modificato tale paesaggio, smantellando le precedenti forme e dando luogo all'attuale morfologia, in cui l'azione fluviale e torrentizia ha rappresentato la dinamica modellante prevalente.

Il quadro geomorfologico è quindi condizionato dalla geometria imposta dai meccanismi deposizionali di facies fluviale, che hanno prodotto ampi conoidi alluvionali, favorendo un modellamento relativamente regolare e progressivamente degradante verso il sottostante lago di Como e laghetto di Piona, Figura 2-33.



Figura 2-33 Vista dei conoidi dei t.ti Perlino/Merla e Inganna (foto estratta da PGT Comune di Colico)

Non sono presenti variazioni geomorfologiche di rilievo, uniche eccezioni sono rappresentate da limitati terrazzamenti da ricondurre a interventi antropici che nel tempo hanno modificato la superficie originaria, per favorire coltivazioni e/o per scopi insediativi.

Non si rilevano elementi che testimonino dinamiche geomorfologiche significative attuali e/o passate.

2.4.3 Inquadramento geologico

L'area in cui si sviluppa l'esistente svincolo, oggetto del progetto di adeguamento, si inserisce nel contesto geologico-evolutivo delle Alpi Lariane, costituenti il settore centro-occidentale del Sudalpino Lombardo. Questo è limitato ad ovest dalla zona del Varesotto-Luganese, ad est dalle Alpi Bergamasche, a sud dalla flessura marginale, una "piega asimmetrica" che provoca l'immersione verso sud della successione mesozoica delle Prealpi lariane, e a nord dalla Linea Insubrica. Quest'ultima è un elemento strutturale d'importanza regionale costituita da una serie di faglie caratterizzate da due orientazioni preferenziali, le faglie est-ovest, tra cui le principali sono la linea del Tonale e la linea della Pusteria, e le faglie a direzione NNE-SSW che costituiscono delle interruzioni a gradino rispetto al prevalente sviluppo meridiano dell'allineamento stesso.

Le unità a nord della Linea Insubrica costituiscono il complesso "Austroalpino" caratterizzato da strutture nord-vergenti; le unità presenti a sud, caratterizzate invece da strutture sud-vergenti, costituiscono il complesso "Sudalpino". Entrambi i complessi si sono sviluppati in "domini paleogeografici" adiacenti, lungo il margine continentale passivo adriatico (placca paleoafricana). La diversa vergenza strutturale presentata dalle diverse unità, sudalpine ed austroalpine, è il risultato della diversa evoluzione geotettonica subita dalle stesse durante l'orogenesi alpina, che ha provocato la traslazione delle Unità austroalpine verso nord, sulle Unità Pennidiche del margine europeo. Il complesso "Sudalpino" è formato da un basamento cristallino (o metamorfico), affiorante lungo una fascia ad andamento E-W nella parte settentrionale delle Alpi Lariane, e sud, da una copertura sedimentaria, di età progressivamente più recente spostandosi da settentrione verso meridione. Il basamento cristallino rappresenta l'antica crosta continentale di età pre-westfaliana ed è costituito da litotipi a struttura "scistosa", per effetto di diverse fasi metamorfiche e deformative (di cui le più importanti di età prealpina). La copertura sedimentaria, depositasi tra il Carbonifero Superiore ed il Paleogene - Neogene basale, in discordanza sul basamento cristallino, è legata alla storia geologica del bacino oceanico della Tetide. La copertura, con solo localmente tracce di metamorfismo regionale, è caratterizzata da sovrascorrimenti di età alpina che hanno coinvolto parzialmente anche il basamento cristallino.

A partire dal Triassico Superiore - Lias inferiore, si delineano alcuni elementi strutturali lineari a direzione circa N-S: in corrispondenza del margine continentale passivo (Neotetide), disarticolato da faglie normali sin sedimentarie, listriche, a direzione nord-sud, si formarono zone di "alto strutturale" (piattaforme) caratterizzate da una sedimentazione condensata o ridotta, e zone di "basso strutturale" (bacini) caratterizzati da una sedimentazione bacinale (di mare profondo).

Le faglie normali citate, avrebbero assunto un ruolo di notevole importanza in età alpina, come elementi trasversali di svincolo, nell'ambito della generale compressione a direzione meridiana.

La zona di studio ricade all'interno del complesso Sudalpino, nella zona del basamento cristallino (metamorfico) caratterizzata in particolare dall'unità tettono-metamorfica Dervio-Olgiasca. Questa rappresenta una porzione di crosta intermedia originatasi durante la fase metamorfica Varisica in facies anfibolitica e, in seguito, riesumata durante l'orogenesi alpina (Di Paola e Spalla, 2000).

2.4.4 Stratigrafia

L'area in cui si sviluppa l'esistente svincolo stradale ricade nel dominio del complesso Sudalpino, nella zona caratterizzata dal basamento cristallino (metamorfico), qui rappresentato dall'unità tettono-metamorfica Dervio-Olgiasca. Quest'unità rappresenta una porzione di crosta intermedia originatasi durante la fase metamorfica Varisica in facies anfibolitica e, in seguito, riesumata durante l'orogenesi alpina (Di Paola e Spalla, 2000). Quest'unità, nella zona di pianura che scende verso il Lago di Piona, è soggiacente a depositi di conoide alluvionale dei torrenti Perlino/Merla e Inganna, la cui coalescenza ha formato un ampio deposito di fondovalle su cui è sviluppato il nucleo urbano di Colico. Il basamento cristallino costituisce il rilievo del M.te Legnone e Legnoncino, le cui propaggini settentrionali delimitano a sud l'area di studio.

Con riferimento quindi al quadro geostratigrafico sopra sintetizzato, di seguito si descrivono le formazioni affioranti, a partire dalla più antica.

Micascisti a sillimanite e biotite

Formazione costituita da micascisti prevalenti e subordinati paragneiss. Tessitura scistosa, Foto1, con presenza di orizzonti anche quarzosi. Colore grigio chiaro. La giacitura stratigrafica/scistosità principale ha direzione pressoché est-ovest e immersione media verso sud.

Conoidi alluvionali

Sono depositi derivati dal trasporto solido dei torrenti; nel caso specifico si tratta del deposito del conoide dei torrenti Perlino e Merla.

Tali depositi sono costituiti da materiale di dimensione variabile ed eterogeneo, proveniente da trasporto fluviale, tendenzialmente suddiviso in livelli gradati con generalmente il materiale più grossolano sul fondo.

Depositi detritici

Questi depositi, per lo più presenti nelle zone di raccordo tra versanti e zone pianeggianti, sono costituiti da materiale grossolano (ciottoli, blocchi e molto più raramente sabbia) e derivano

dallo smantellamento delle pareti rocciose causato da esarazione glaciale, erosione operata dai cicli gelo-disgelo e azione gravitativa. La presenza o meno di vegetazione è per lo più correlabile allo stato di attività, talora infatti sono interessati da fenomeni quali scivolamenti e colate. Nell'area di studio, tali depositi si rinvengono limitatamente, al piede del versante montano che la delimita a sud; non mostrano segni di attività e appaiono ben vegetati.

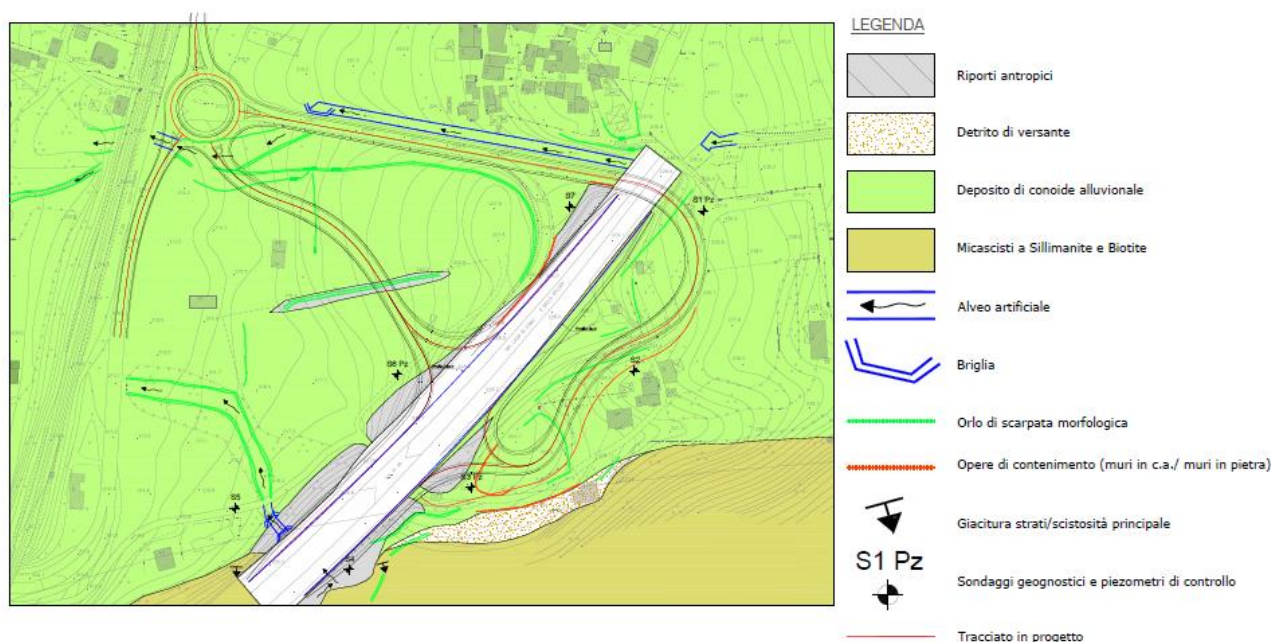


Tabella 2-30 Carta geologica. (Allegato T00GE00GEOPG01A)

2.4.5 Sismicità

La sismicità storica dei due territori comunali è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI11. Il relativo database DBMI11 è stato realizzato nell'ambito delle attività del TTC (Tema Trasversale Coordinato) "Banche dati e metodi macrosismici" dell'INGV, con il contributo parziale del Dipartimento della Protezione Civile. La sismicità dei due territori è riassunta graficamente nei diagrammi di Figura 2-34 e di Figura 2-35.

I sismi storicamente più importanti per il territorio di Colico sono sostanzialmente 3, uno dei quali con epicentro in Valtellina, avvenuti nel 1851, 1983 e 1991 con intensità rispettivamente pari a 5, 4 e 6 e magnitudo 4.72, 5.04 e 4.7.

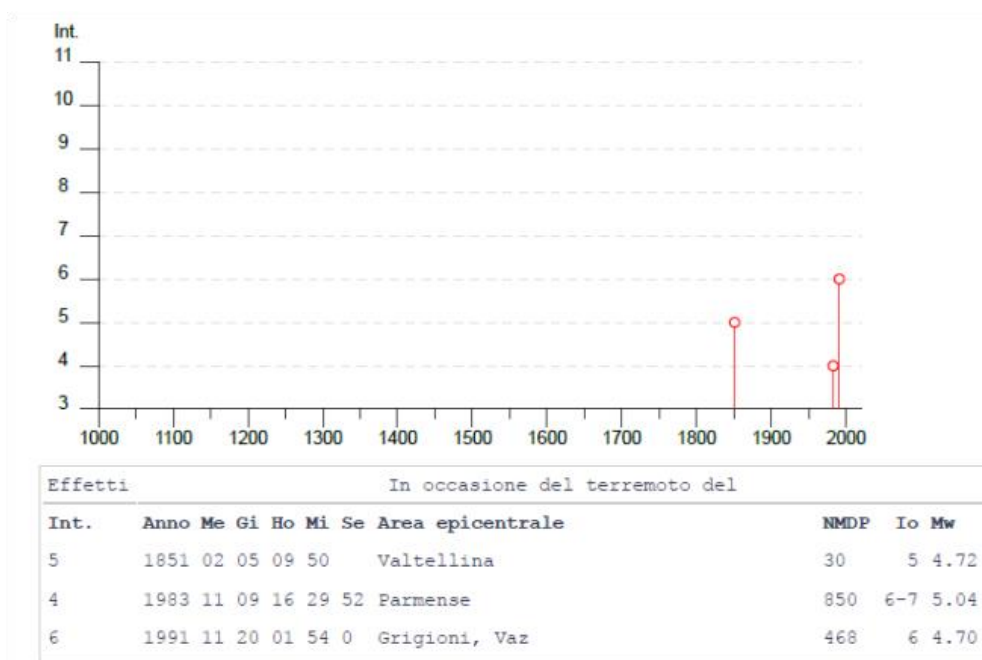


Figura 2-34 Sismicità storica territorio del comune di Colico.

I sismi storicamente più importanti per il territorio di Dorio sono invece solo 2, di intensità minore rispetto a quelli registrati a Colico, e avvenuti nel 1991 e 2002 con intensità rispettivamente pari a 3 e 3-4 e magnitudo 4.70 e 4.21.

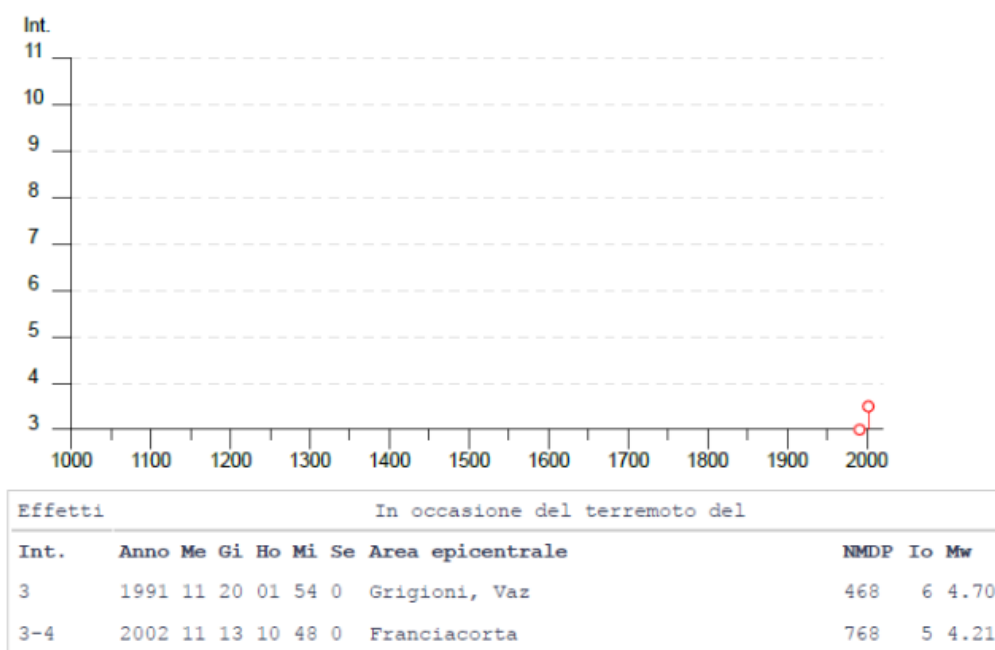


Figura 2-35 Sismicità storica territorio del comune di Dorio

Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine fu pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale:

- Zona 1 - È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti;
- Zona 2 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti;
- Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari;
- Zona 4 - È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari.

Entrambe i due territori comunali, secondo la D.G.R. X/2129 del 11 luglio 2014 (Aggiornamento delle zone sismiche in regione Lombardia (l.r. 1/2000, art 3, c, 108, lett.d), ricadono in zona di sismicità 4.

Di seguito si riporta l'ultima edizione della carta della zonazione sismica dei Comuni della Lombardia, Figura 2-36.

Mappa di classificazione sismica
dei comuni lombardi

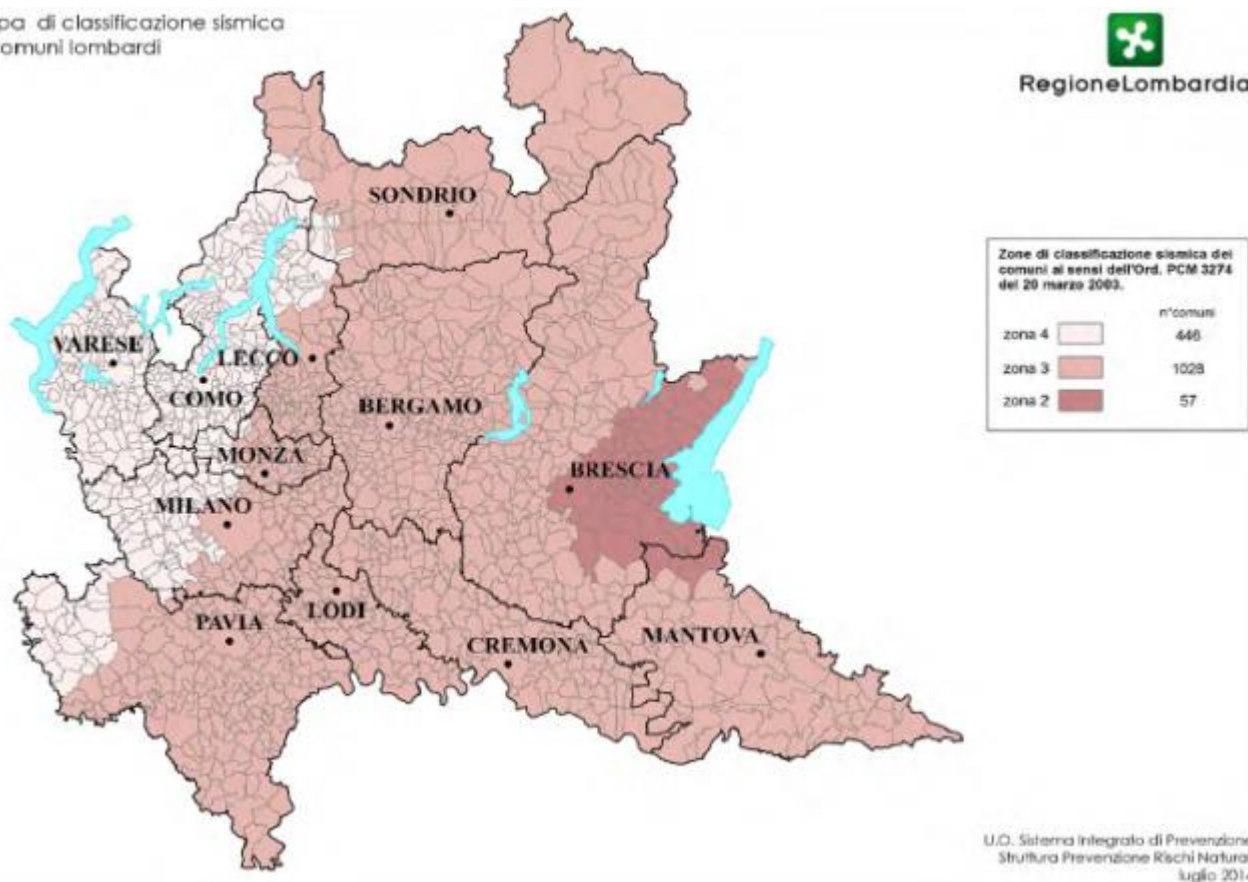


Figura 2-36 Carta della classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia

Negli ultimi anni il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica è rappresentato dalla zonazione sismogenetica ZS9 (Scandone et al. 1996 - 2000) che rappresenta la traduzione operativa del modello sismotettonico riassunto in Meletti et al. (2000). In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20.3.2003, n. 3274 è stato redatto a cura di un gruppo di lavoro dell'INGV un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici". Tale modello riprende sostanzialmente il retroterra informativo della precedente zonazione, recependo i più recenti avanzamenti delle conoscenze sulla tettonica attiva della penisola anche considerando le indicazioni derivanti da episodi sismici più recenti. La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche. Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o

uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4. L'area in esame ricade in area prossima alla zona sismogenetiche 903, per la quale i dati pubblicati dall'INGV, Tabella 2-31, evidenziano che negli anni di monitoraggio strumentale la magnitudo massima registrata è stata di 4.5 Md, la profondità efficace è di circa 9 km e che la maggior parte dei terremoti che si verificano hanno mediamente basse magnitudo, indicando così un frequente movimento che ha funzione dissipativa delle energie tettoniche che possono accumularsi nell'area.

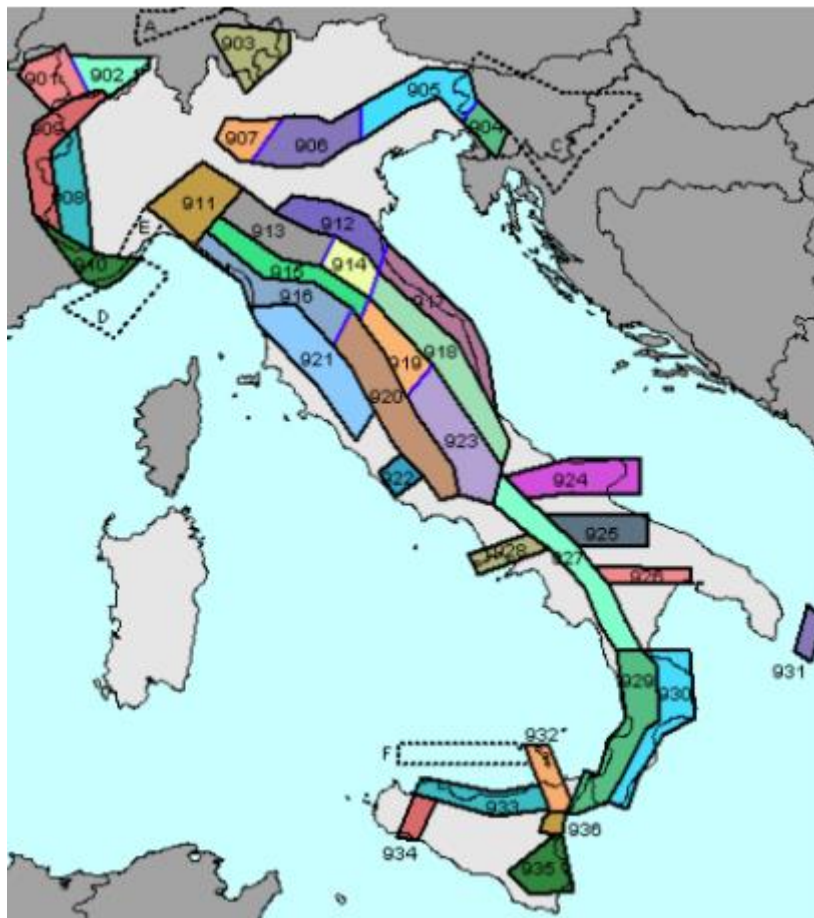


Figura 2-37 Zonazione sismogenetica ZS9.

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
901	18	15	2	4.0	8-12	8
902	34	25	2	3.8	8-12	10
903	23	19	2	4.5	8-12	9
904	13	9	1	3.4	5-8	7 *
905	181	110	32	4.8	5-8	8 *
906	41	34	13	4.7	5-8	8 *
907	33	19	7	4.2	5-8	8 *
908	495	128	25	3.7	8-12	10
909	263	94	9	4.1	8-12	10
910	80	24	2	3.4	8-12	10
911	126	91	18	4.1	8-12	8
912	180	141	54	4.6	5-8	7
913	767	362	100	4.8	12-20	13
914	878	542	131	4.5	12-20	13
915	614	346	65	4.2	8-12	8
916	140	83	16	4.6	5-8	6 *
917	103	71	22	4.9	5-8	7
918	455	179	26	4.2	12-20	13
919	3001	1545	421	5.0	8-12	8
920	296	201	39	4.6	5-8	6 *
921	97	63	9	4.0	1-5	4 #
922	355	146	29	3.9	1-5	4 #
923	1195	663	139	5.4	8-12	9
924	442	308	65	4.4	12-20	13
925	41	24	5	3.9	12-20	13
926	85	55	15	5.0	12-20	13
927	1507	654	139	5.0	8-12	10
928	15	9	1	3.9	1-5	3 #
929	522	294	73	3.9	8-12	10
930	193	128	41	4.3	8-12	10
931	2	2	2	3.7	8-12	10 *
932	277	194	55	4.3	12-20	13
933	413	162	44	4.4	8-12	10
934	8	6	3	3.7	8-12	10
935	45	34	6	3.7	12-20	13
936	374	283	67	4.3	1-5	3 #

Tabella 2-31 Zone sismogenetiche e principali epicentri.

Sulla base di tali zone, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica vedi Figura 2-38.

In Fig. 16 è riportata la carta della pericolosità sismica relativamente all'area Lombarda. Come illustra con maggiore dettaglio, le accelerazioni massime orizzontali, caratterizzate da una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, risultano per i due territori comunali, nell'ordine di 0.025-0.225g.

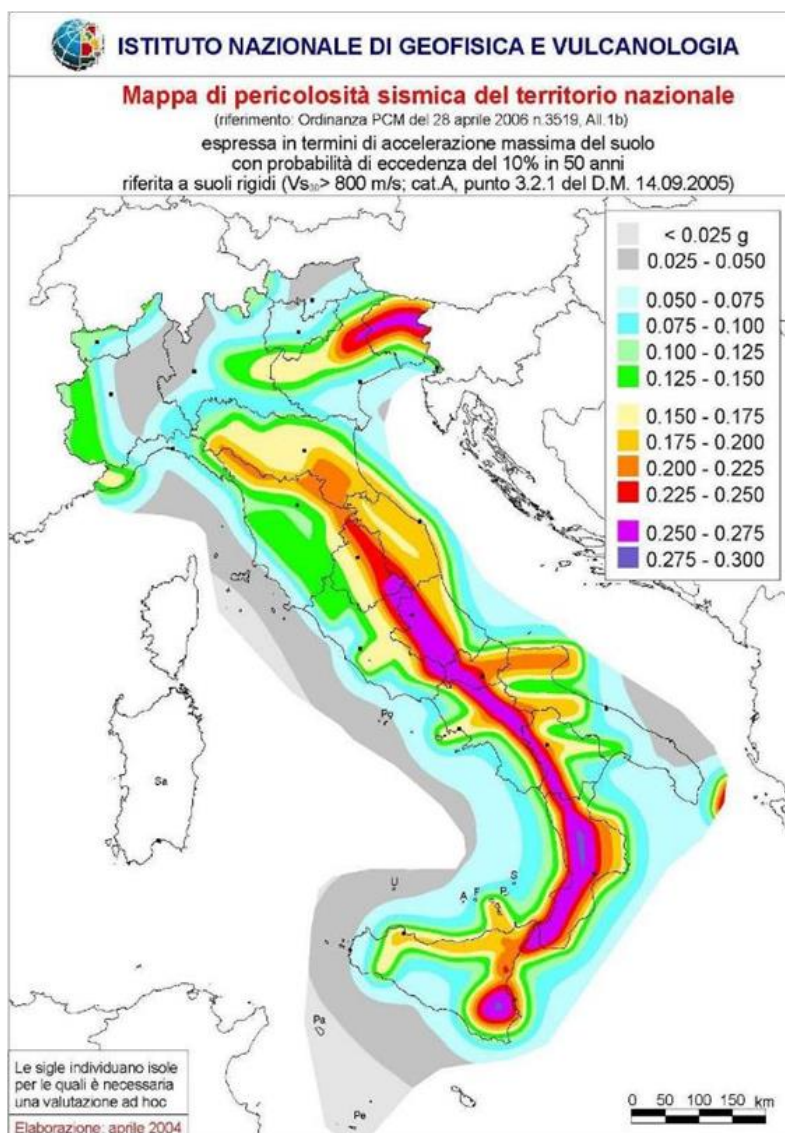


Figura 2-38 Mappa pericolosità sismica del territorio nazionale.

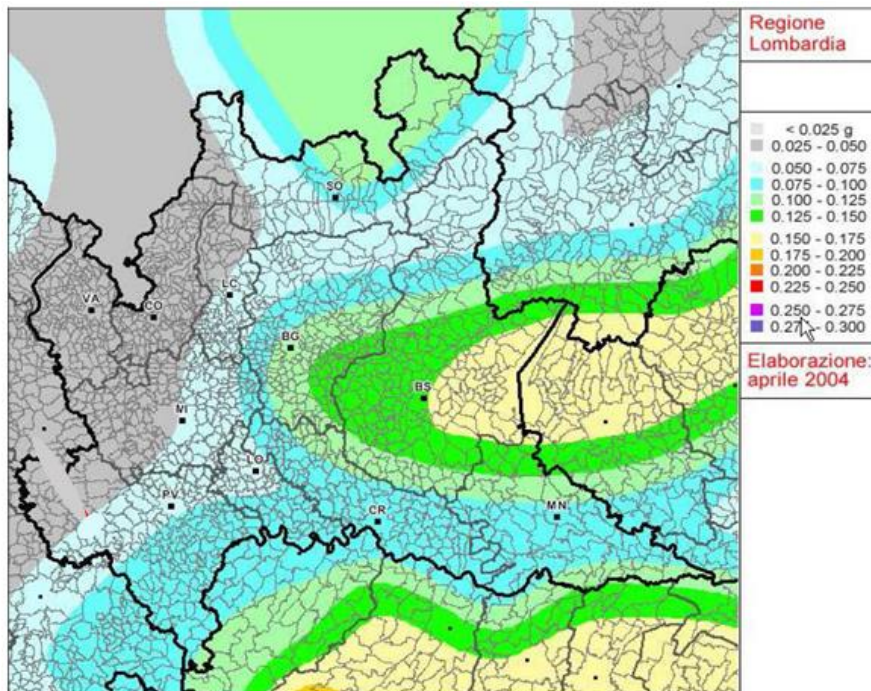


Figura 2-39 Carta delle Pericolosità sismica della Lombardia.


Nell'area interessata dal progetto sono stati eseguiti degli accertamenti, le indagini sismiche (tre MASW e una Tomografia sismica a rifrazione in onde) non hanno rilevato elementi significativi, tali da indicare controindicazioni per gli interventi di progetto.

2.4.6 Pericolosità e rischio frane

Nel tratto più a monte rispetto all'area di intervento, il torrente Merla presenta elementi che possono favorire colate detritiche (Debris flow); sempre più a monte rispetto all'area di studio, sui versanti in sinistra idrografica, sono altresì presenti corpi di frana che anche in tempi recenti hanno mostrato segni di riattivazione. Tali fenomeni gravitativi sono comunque sufficientemente a monte dello svincolo stradale e non si hanno segnalazioni di recenti coinvolgimenti delle aree immediatamente adiacenti lo svincolo, a seguito dei fenomeni citati.

Il quadro che emerge non evidenzia quindi la presenza di movimenti gravitativi di massa insistenti sull'area. Gli unici elementi di rischio potenziale sembrerebbero legati a fenomeni legati alla dinamica fluviale torrentizia, ma che troverebbero origine più a monte. In effetti, la Carta dei Dissesti del PGT del Comune di Colico e del Comune di Dorio, inserisce la zona interessata dallo svincolo stradale prevalentemente in area potenzialmente interessata da esondazioni, classificando la stessa a pericolosità elevata, e le aree direttamente in fregio al torrente Merla e/o a ridosso dei rilievi, a pericolosità idrogeologica molto elevata, Figura 2-40.


Legenda


 Tracciato stradale - configurazione di progetto

PAI - Comune di Colico

 Confine comunale

TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI

 Aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - pericolosità molto elevata (Ca)

 Aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa - pericolosità media o moderata (Cn)

AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO

 Conoide - Zona 1

 Conoide - Zona 2

PAI - Comune di Dorio

 Confine comunale.

 Stralcio di dettaglio in scala 1:2.000 (Tav. 5).

FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE

 Corpo di frana quiescente (Fq - PAI).


 Area potenzialmente soggetta a dinamica gravitativa di versante o con caratteristiche morfologiche, geomeccaniche o geostatiche tali da comportare gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori.


ELEMENTI STRUTTURALI

 Faglia e/o lineamento strutturale.

VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Ai sensi della d.g.r. 25/1/2002, n. 7/7868 e s.m.i.

 Corso d'acqua del reticolo idrografico:
a = principale; b = minore.

 Fasce di rispetto del reticolo idrografico:
a = Fascia 1; b = Fascia 2.

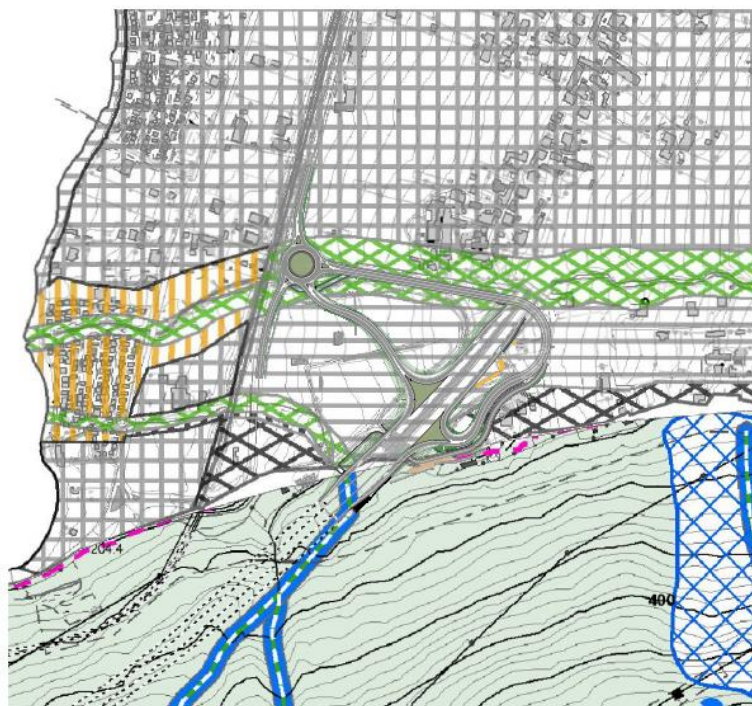


Figura 2-40 Estratto da Carta dei Dissesti PGT Comune di Colico e Dorio. (Allegato T00IA10AMBCT04A)

2.4.7 Inquadramento idrogeologico

L'assetto tettonico e la variabilità litologica delle unità litostratigrafiche presenti nell'area di studio condizionano le strutture idrogeologiche che caratterizzano il quadro locale. Le varie formazioni affioranti, mostrano caratteristiche di permeabilità diversificate, legate oltre che alle caratteristiche litologiche, al grado di coesione, alla porosità, alla fratturazione degli ammassi rocciosi e all'assetto tessiturale dei depositi.

Per definire la permeabilità delle formazioni litologiche, normalmente si fa riferimento alla permeabilità relativa espressa in modo qualitativo (permeabilità alta, media, bassa, impermeabile) confrontando il comportamento di un litotipo rispetto ad altri inseriti nello stesso contesto e non alla permeabilità assoluta che è una proprietà quantizzabile con prove di laboratorio ed è espressa da un coefficiente di permeabilità e che appunto è funzione di tutte le caratteristiche sopra riportate. La permeabilità può essere "primaria" quando è legata alla storia della formazione diagenetica della

roccia (presenza di vuoti tra granulo e granulo); "secondaria" quando è legata alla fatturazione della roccia per cause successive alla sua formazione (cause prevalentemente tettoniche).

Con riferimento quindi al quadro locale, al basamento cristallino metamorfico, costituito dai Micascisti, si può attribuire nel suo complesso permeabilità secondaria medio bassa, condizionata dal sistema di fratturazione, legato all'assetto tettonico locale. I depositi di conoide alluvionali, considerata la tessitura e la granulometria prevalente, sono invece dotati di permeabilità primaria per porosità da elevata a molto elevata. I depositi detritici di versante, generalmente più eterogenei e grossolani, sono anch'essi in genere dotati di alta permeabilità.

Una classificazione delle varie formazioni affioranti nell'area, raggruppando i vari litotipi secondo il tipo e grado di permeabilità, primaria (per porosità) e secondaria (per fatturazione), è di seguito illustrata, Tab.1.

Formazioni Geologiche	Grado di Permeabilità
Depositi alluvionali di conoide, Detriti di pendio.	MOLTO ELEVATA ELEVATA
Riperti antropici	ELEVATA MEDIA
Micascisti a Sillimanite e Biotite	MEDIA BASSA

Tabella 2-32 Classi di permeabilità delle formazioni affioranti nell'area di studio.

La distribuzione delle varie formazioni con la loro permeabilità è riportata dalla Carta Idrogeologica, Figura 2-41.

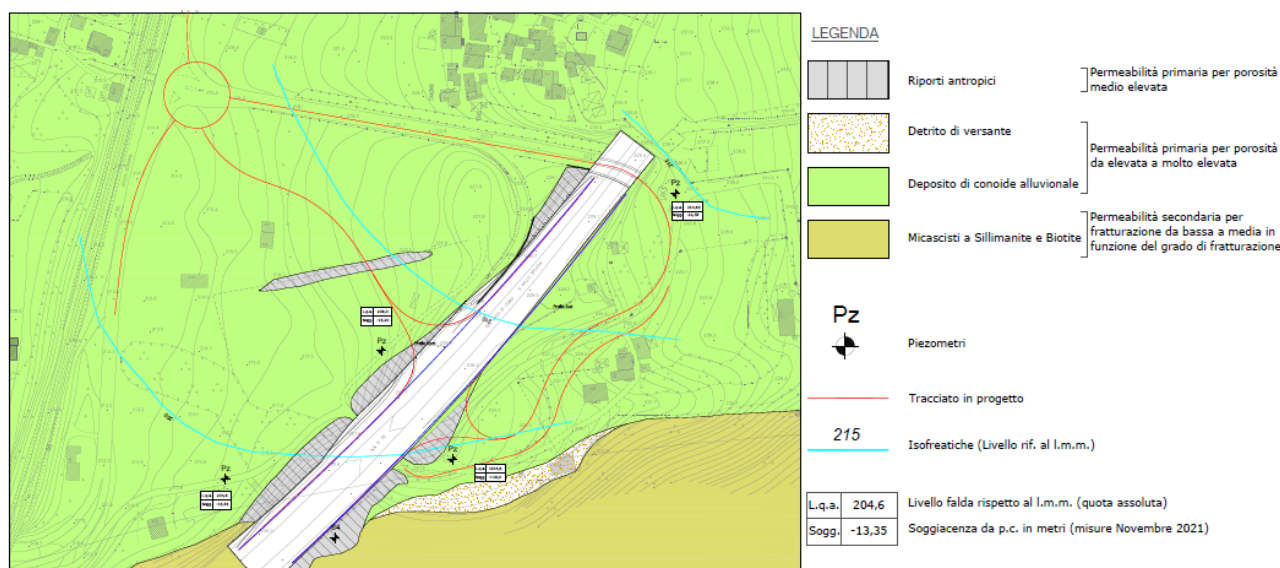


Figura 2-41 Carta idrogeologica (All. T00GE00GEOCI01A).

L'acquifero di maggiore importanza nell'area è sicuramente quello presente nel materasso alluvionale del conoide, caratterizzato da presenza di falda freatica, il cui equilibrio idrodinamico è strettamente correlato all'andamento idrologico del vicino T.te Merla e del livello idrometrico del lago che rappresenta il livello di base per l'acquifero.

Gli studi di supporto al Piano di Governo Territoriale (PGT) del comune di Colico, delineano una falda freatica con soggiacenza che diminuisce da monte verso valle con linee di flusso ad andamento radiale e tavola d'acqua che segue la morfologia del conoide.

Le quote del livello statico variano dai 220 metri s.l.m. delle zone più apicali del conoide ai 200-205 metri s.l.m. nella zona di raccordo al lago; sia il torrente Perlino che il torrente Merla sembrano svolgere sostanzialmente una azione di ricarica dell'acquifero (misure e rilievi relativi agli anni 2010-2011). Sulla base di tale quadro, nella zona di intervento il livello statico dell'acquifero, varierebbe tra i 212 e i 206 metri s.l.m.m..

Con le indagini eseguite a supporto del progetto di adeguamento dello svincolo stradale, sono stati realizzati alcuni piezometri per il controllo locale della falda freatica presente nel materasso alluvionale.

Le misure di livello eseguite dai suddetti piezometri (Novembre 2021) hanno fornito il quadro riassunto nella tabella 3 seguente:

Piezometro/Sondaggio	Soggiacenza Livello statico m dal p.c	Livello statico m sul l.m.
S1p	22.35	214.65
S3p	<204.6	<18.0
S5	13.35	204.6
S6p	13.20	208.30

Tabella 2-33 Misure di livello nei piezometri/sondaggi (campagna Novembre 2021).

Sulla base di tali misure di livello, sulla Carta Idrogeologica, (cfr. doc. T00GE00GEOCI01A) è stato ricostruito l'andamento locale delle isofreatiche, mostrando localmente un livello statico che varia tra i 214 a nord e i 205 metri s.l.m. nel settore più a sud. Le quote relativamente maggiori sono ad imputarsi al diverso periodo stagionale.

Nella ristretta area di studio non sono segnalate emergenze idriche quali sorgenti, né si ha conoscenza della presenza di pozzi.

2.4.8 Inquadramento idrografico

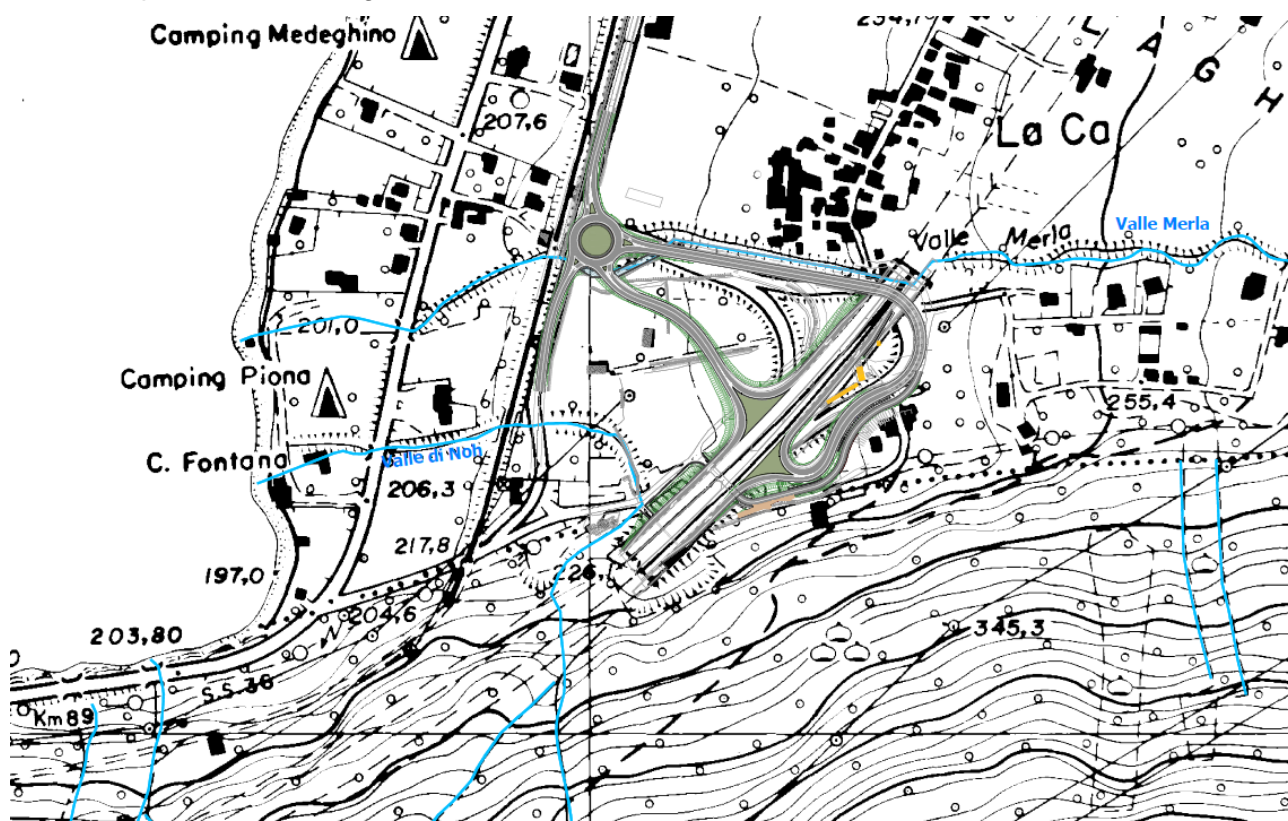


Figura 2-42 Stralcio reticolo idrografico. (Allegato T00IA20AMBCT02A)

Localmente l'elemento idrografico principale è il torrente Merla, che corre in direzione circa Est – Ovest e, nella ristretta area di studio, tombato e/o costretto in alveo artificiale. Solo per un breve tratto, poco prima di attraversare la strada provinciale e il rilevato ferroviario, si riconosce l'alveo naturale, incassato di qualche metro rispetto al piano campagna circostante, Figura 2-43.



Figura 2-43 T.te Merla, tratto prima di attraversamento strada provinciale.

Nel tratto citato, poco prima della strada provinciale, si riconosce una forma chiaramente riconducibile ad un'area di espansione ed esondazione del torrente, Figura 2-43.



Figura 2-44 T.te Merla, area di espansione/esondazione prima dell'attraversamento della strada provinciale.

Un altro elemento idrografico, ma di minore importanza, è rappresentato da un rio che scende dal Monte Legnoncino e che viene captato e regimato tramite una vasca in c.a. in adiacenza alla S.S. 36, poco dopo lo sbocco della galleria in direzione Colico. Questo rio, attraversato il rilevato della S.S. mediante scatolare ed una serie di limitate briglie, scorre in alveo naturale, incassato di qualche metro rispetto al piano campagna circostante, Figura 2-45.



Figura 2-45 Rio che scende da M.te Legnanetto all'altezza della galleria direzione Colico.

2.4.9 Pericolosità e rischio alluvioni

Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del fiume Po (PGRA-Po).

Il primo PGRA (PGRA 2015) è adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016; è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016.

È terminato il processo di revisione del PGRA 2015, a dicembre 2021 con conseguente adozione del PGRA 2021.

Di seguito si riporta lo stralcio della carta della pericolosità e del rischio, il progetto ricade in aree con pericolosità alta (scenario frequente) e pericolosità bassa (scenario raro). Il rischio invece risulta essere molto elevato in alcuni tratti che interessano il tracciato e medio moderato nella restante area in esame.

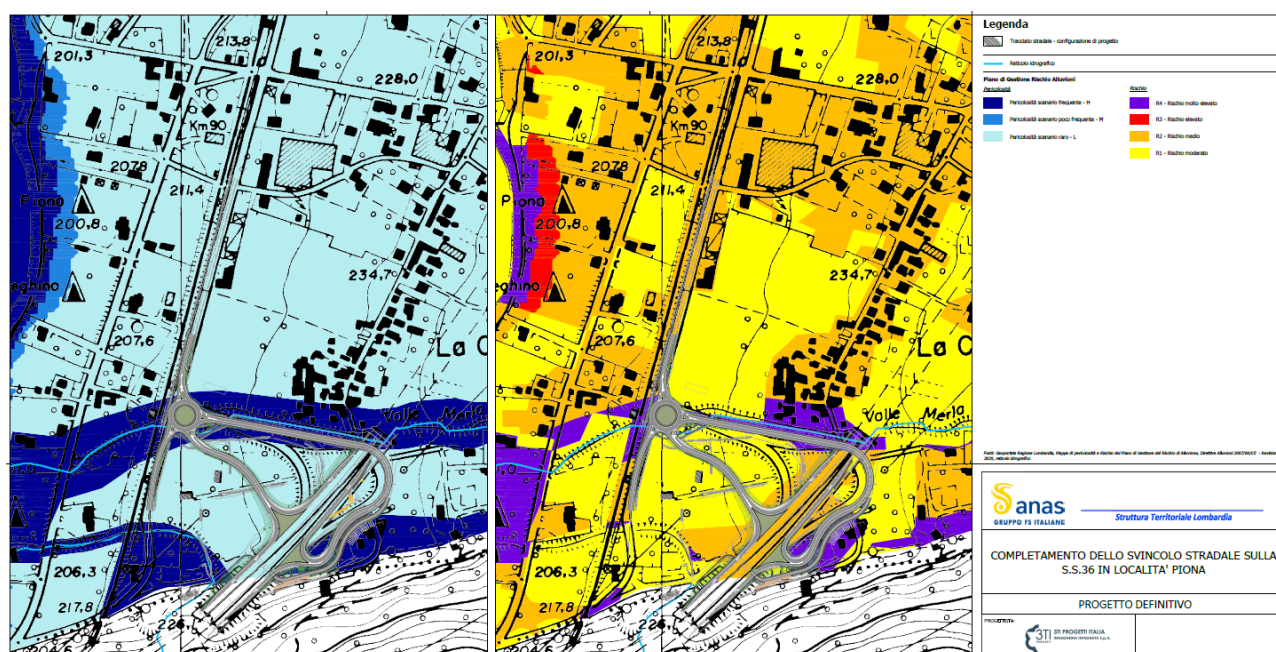


Figura 2-46 Stralcio Carta PGRA. (Allegato T00IA10AMBCT05A)

2.4.10 Qualità delle acque superficiali

Per le Acque superficiali (corsi d'acqua e laghi/invasi), sulla base di quanto previsto dalla normativa di settore (D. Lgs.152/2006 e relativi Decreti Attuativi tra cui il DM 260/2010 e ss.mm.ii.) vengono monitorati, secondo le frequenze di legge:

- una serie di parametri chimico-fisici, tra cui i cosiddetti "parametri di base" (pH, solidi sospesi, temperatura, trasparenza, conducibilità, durezza, azoto ammoniacale, azoto nitrico, ossigeno disciolto, BOD5, COD, azoto totale, ortofosfato, fosforo totale, cloruri, solfati, Escherichia coli); parte di questi concorrono alla determinazione degli indici LIMeco (per i corsi d'acqua) e LTLecco (per i laghi);
- una serie di altri inquinanti chimici specifici costituiti in prevalenza da metalli, pesticidi, solventi e idrocarburi policiclici aromatici (IPA);
- gli elementi di qualità biologica che riguardano: macroinvertebrati, macrofite, diatomee, fitoplancton e fauna ittica.

Nel 2020 ARPA Lombardia ha effettuato il monitoraggio chimico dei corpi idrici superficiali con frequenza annuale ridotta rispetto a quanto programmato, a causa dell'emergenza sanitaria dovuta alla pandemia da COVID19.

Lo Stato Ecologico definisce la qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici, attraverso il monitoraggio degli elementi di qualità biologica, degli inquinanti specifici, dei parametri fisico-chimici a sostegno e degli elementi idromorfologici a sostegno. Il DM 260/2010 stabilisce che lo Stato Ecologico è dato dalla classe più bassa relativa agli elementi biologici, agli elementi chimico-fisici a sostegno e agli elementi chimici a sostegno. Le classi di Stato Ecologico per i corpi idrici naturali sono cinque: ELEVATO (blu), BUONO (verde), SUFFICIENTE (giallo), SCARSO (arancione), CATTIVO (rosso). I corpi idrici fortemente modificati e i corpi idrici artificiali sono invece classificati in base al Potenziale Ecologico secondo quattro classi: buono e oltre, sufficiente, scarso, cattivo.

L'ultimo aggiornamento disponibile per lo Stato/Potenziale Ecologico dei fiumi e dei laghi individuati in Lombardia è relativo al sessennio di monitoraggio 2014-2019.

La presenza delle sostanze appartenenti all'elenco di priorità previsto dal D. Lgs.172/2015 definisce lo Stato Chimico dei Corpi Idrici. Per ciascuna sostanza sono stabiliti uno standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA) e uno standard di qualità ambientale espresso come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA). Il Corpo Idrico che soddisfa tutti gli standard di qualità ambientale fissati dalla normativa è classificato in BUONO Stato Chimico (blu). In caso contrario, la classificazione evidenzierà il MANCATO CONSEGUIMENTO DELLO STATO BUONO (rosso).

Si fa presente che nella procedura di classificazione sono state considerate le nuove sostanze dell'elenco di priorità inserite dal D. Lgs.172/2015, il quale prevede che gli SQA fissati per tali

sostanze si applichino a partire dal 22 dicembre 2018 per conseguire l'obiettivo di BUONO stato chimico entro il 2027.

Nella Figura 2-47 presa da Arpa Lombardia, i corsi di acqua superficiali che sfociano nel Lago di Como a monte e a valle dell'area di studio, presentano uno stato ecologico "Buono", salvo per un corso d'acqua con stato ecologico "Sufficiente".

Nella Figura 2-48 è invece riportato lo stato chimico dei corsi d'acqua superficiali, tutti i corpi che sfociano nel Lago presentano uno stato chimico "Buono".

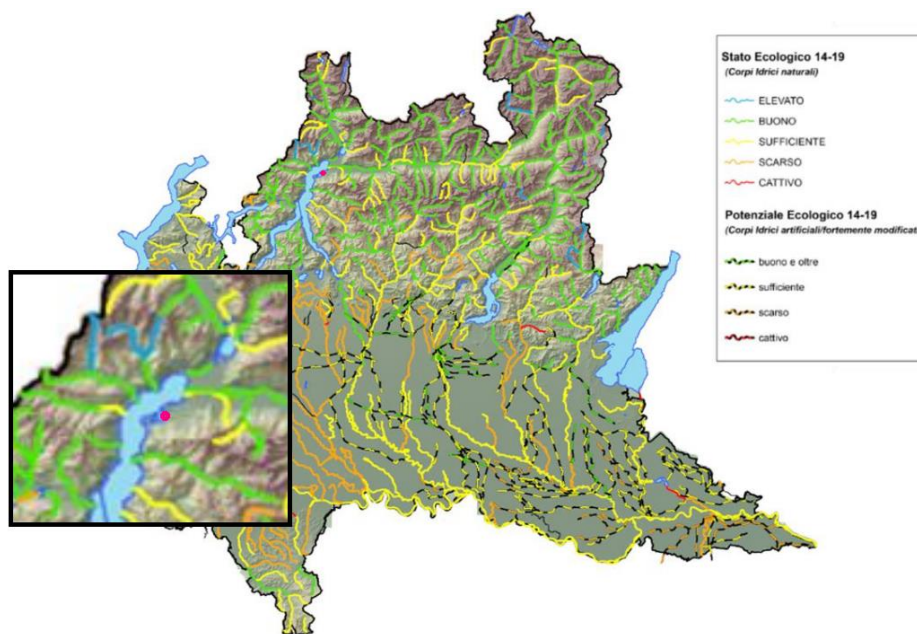


Figura 2-47 Stato/Potenziale Ecologico di tutti i Corpi idrici individuate sui corsi d'acqua in Lombardia nel sessennio 2014-2019. Il pallino color magenta indica l'area oggetto di studio.

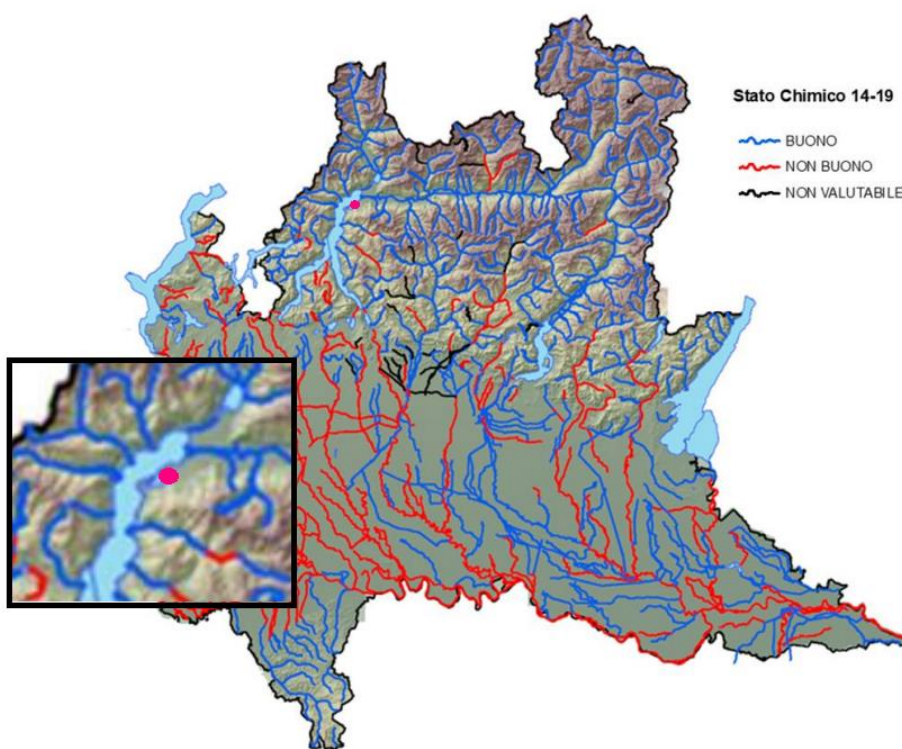


Figura 2-48 Stato Chimico dei Corpi idrici superficiali nel sessennio 2014-2019. Sono comprese le 12 nuove sostanze di Tab.1/A del D.Lgs. 172/2015. Il pallino color magenta indica l'area oggetto di studio.

Per quanto riguarda lo stato del Lago di Como nelle immagini che seguono viene riportato lo Stato Ecologico e lo Stato Chimico.

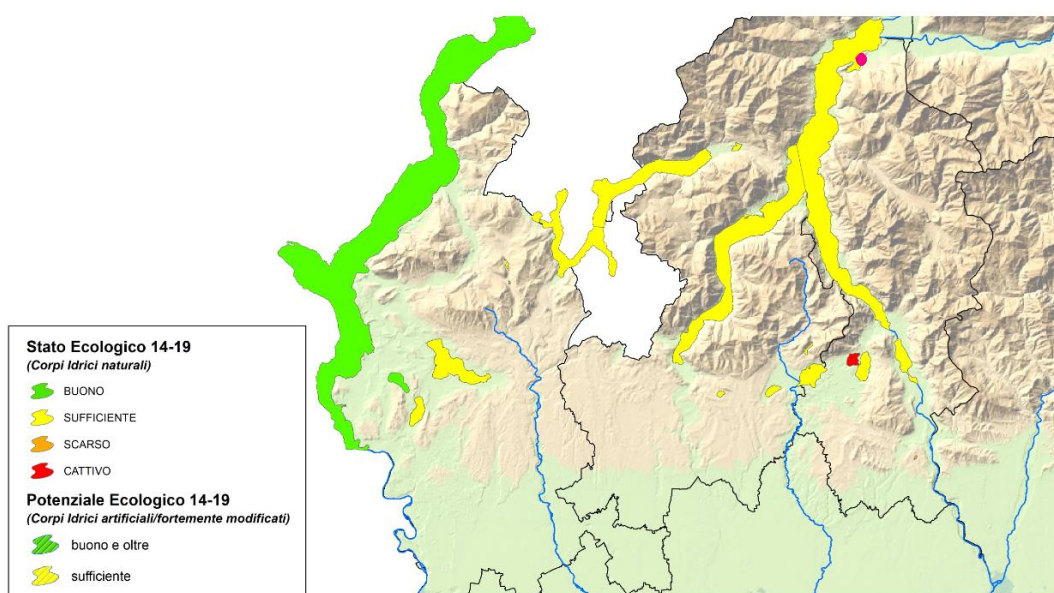


Figura 2-49 Stato Ecologico Lago di Como. Il pallino color magenta indica l'area oggetto di studio.

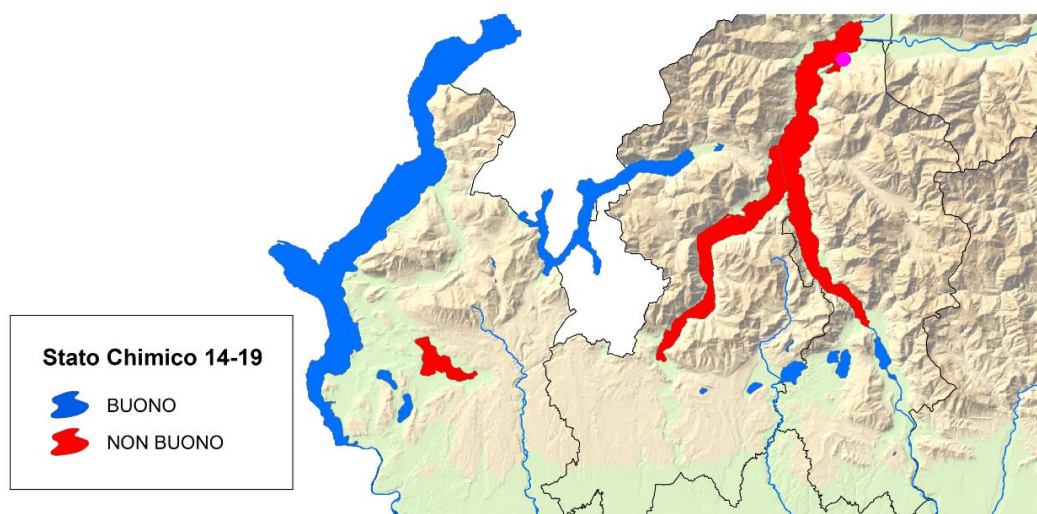


Figura 2-50 Stato Chimico Lago di Como. Il pallino color magenta indica l'area oggetto di studio.

2.4.11 Qualità delle acque sotterranee

A partire dall'anno 2017, a seguito di indicazioni fornite a tutte le Regioni dal Ministero dell'Ambiente e del Territorio e del Mare relativamente al criterio di classificazione dello stato chimico delle acque sotterranee, l'attribuzione dello Stato Chimico per corpo idrico sotterraneo è stata calcolata tenendo conto della percentuale di superamenti delle singole sostanze per ciascun corpo idrico sotterraneo e non più della percentuale di punti di monitoraggio in stato NON BUONO nel corpo idrico (procedura adottata sino all'anno 2016).

Per l'anno 2020, a seguito dell'emergenza COVID-19 e del conseguente periodo di lockdown, che ha implicato una rimodulazione delle attività di monitoraggio, è stata eseguita una sola campagna di monitoraggio relativamente alle acque sotterranee. La procedura di calcolo dello Stato Chimico per corpo idrico sotterraneo tiene conto di singoli dati analitici riconducibili alla campagna autunnale e, di un giudizio di classificazione di Stato, che tiene esclusivamente conto per le sostanze Arsenico e Ione Ammonio, dei Valori di Fondo Naturale (VFN) individuati nell'ambito "dello Studio Regionale di approfondimento -Valutazione dei valori di fondo per le acque sotterranee - Regione Lombardia - Università degli Studi di Milano-Bicocca - Dicembre 2019". Rispetto all'anno 2019 l'adozione di nuovi Valori Soglia e l'identificazione dei VFN per le sostanze Arsenico e Ione Ammonio, ha determinato il cambiamento del giudizio di Stato Chimico di n. 5 corpi idrici sotterranei.

Ciò nonostante, i corpi idrici dell'area in cui ricade il progetto per l'anno 2020 presentano uno stato chimico "Buono".

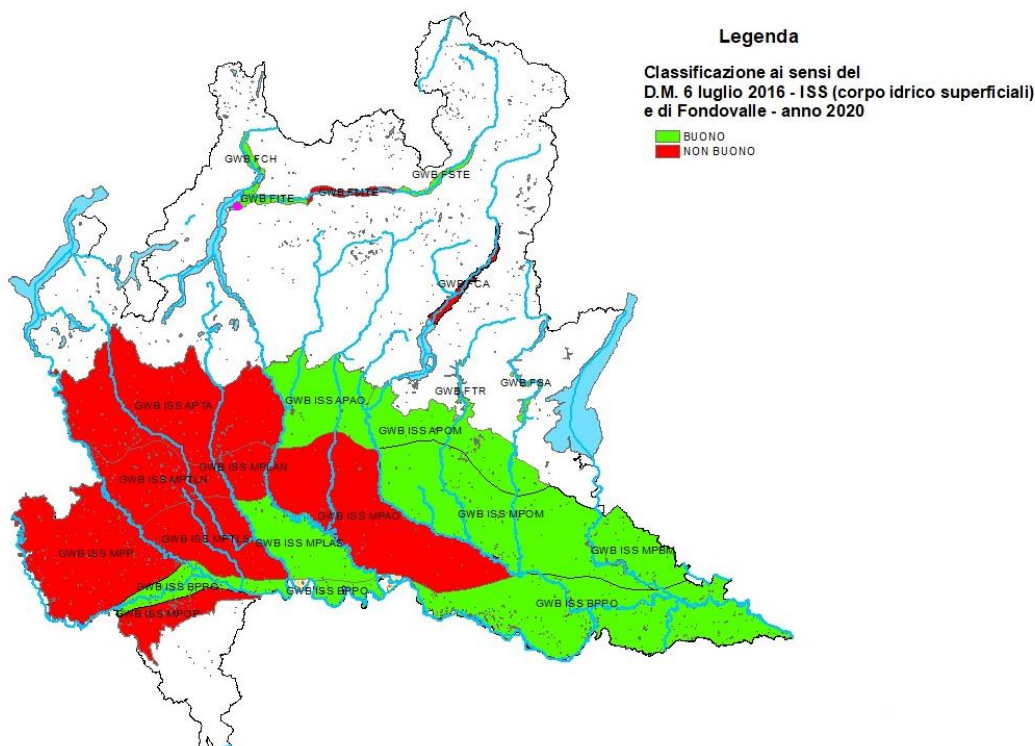


Figura 2-51 Stato chimico delle acque sotterranee, anno 2020. Il pallino color magenta indica l'area oggetto di studio.
(Fonte: ARPA Lombardia)

2.4.12 Vulnerabilità dell'acquifero

Considerato quanto detto nel paragrafo 2.4.7, l'acquifero, almeno localmente, ha una vulnerabilità elevata, non essendo presente alcuna protezione di tipo geologico in grado di mitigare gli effetti di un inquinante fluido o idroveicolato che può quindi produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo.

2.4.13 Siti di interesse nazionale e siti contaminati

I Siti d'Interesse Nazionale (SIN) sono stati individuati con norme di varia natura e di regola sono stati perimetrati mediante decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (ora MiTE – Ministero della Transizione Ecologica), d'intesa con le regioni interessate. La procedura di bonifica dei SIN è attribuita alla competenza del MiTE che si avvale per l'istruttoria tecnica del Sistema nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) e dell'Istituto Superiore di Sanità nonché di altri soggetti qualificati pubblici o privati (Art. 252, comma 4 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.).

L'art. 36-bis della Legge 07 agosto 2012 n. 134 ha apportato delle modifiche ai criteri di individuazione dei SIN (art. 252 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.). Sulla base di tali modifiche è stata effettuata una ricognizione degli allora 57 siti classificati di interesse nazionale e, con il D.M. 11 gennaio 2013, il numero dei SIN è stato ridotto a 39.

La competenza amministrativa sui siti che non soddisfano i nuovi criteri è passata alle rispettive Regioni. In Lombardia sono presenti 6 siti di interesse nazionale:

- Sesto San Giovanni (ex Falck);
- Pioltello Rodano Polo Chimico;
- Broni (ex Fibronit);
- Brescia Caffaro;
- Mantova Polo chimico e laghi di Mantova;
- Pieve Vergonte (ex Enichem) in condivisione con la Regione Piemonte.

Nessuno dei quali si trova nelle vicinanze dell'area oggetto di studio e quindi non vi è interferenza.

I siti censiti nell'Anagrafe Regionale come "contaminati" ai sensi della normativa vigente (d.lgs. 152/06, parte quarta, titolo V) sono 973 (dato al 31 dicembre 2020). La contaminazione è nella maggior parte dei casi riconducibile ad aree industriali, dismesse o ancora in attività, e alla presenza di impianti di stoccaggio/adduzione carburanti.

A fronte degli oltre 900 siti contaminati si rilevano allo stato attuale 2696 siti "bonificati" (dato al 31 dicembre 2020), siti cioè in cui si è definitivamente concluso il procedimento di bonifica, come certificato dalle province territorialmente competenti.

Consultando il Geoportale della Regione Lombardia²¹ è stato possibile reperire i file vettoriali riguardante i siti contaminati aggiornati a giugno 2020. In particolare, in Figura 2-52 si osserva che in un raggio di 5 km non sono presenti siti contaminati e siti bonificati.

²¹ <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/download-ricerca>

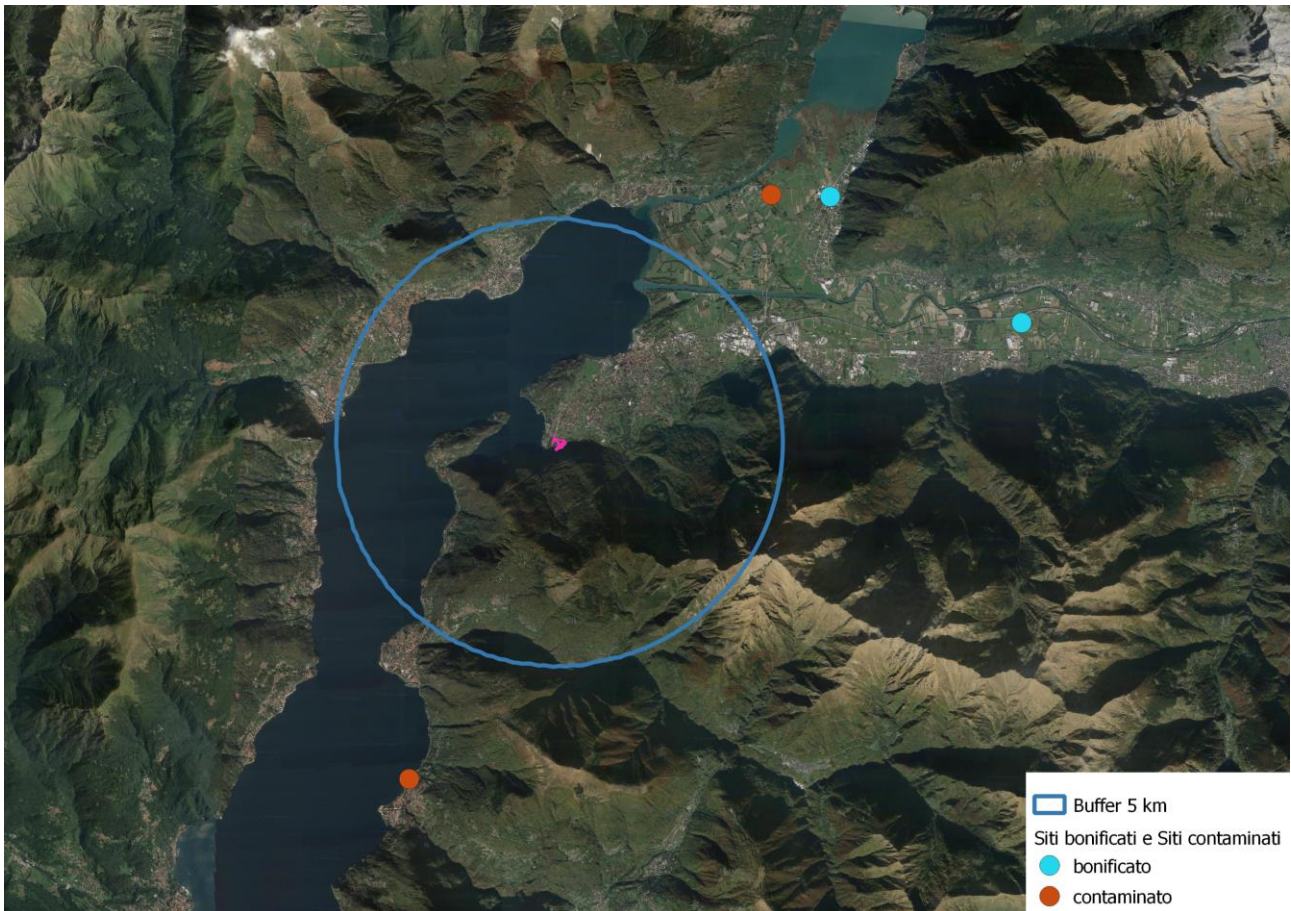


Figura 2-52 Siti contaminati e bonificati in un'area di 5 km dalle opere di progetto. (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

2.4.14 Cave e discariche

I siti di approvvigionamento e di conferimento per i materiali di risulta sono stati individuati secondo i seguenti criteri:

- Caratteristiche del sito di approvvigionamento o di conferimento;
- Disponibilità di materiale sia da approvvigionare sia per il conferimento;
- Distanza del sito all'area di cantiere.

Le principali cave attive presenti nelle aree più vicine al tracciato rivestono particolare interesse ai fini della loro vocazione quali siti di approvvigionamento di materiali da rilevato e, in parte, come inerti di pregio. Esse interessano la coltivazione dei litotipi dotati di migliori caratteristiche sotto l'aspetto geotecnico.

L'elenco di seguito indicato è da ritenersi non esaustivo e non vincolante, ma è stato redatto esclusivamente nell'ottica di verificare la disponibilità sul territorio di un numero di impianti di approvvigionamento con quantità di materiale sufficiente alla realizzazione delle opere.

I siti estrattivi indicati hanno una potenzialità sufficiente a coprire il fabbisogno di materiale; tuttavia, qualora dovesse trascorre un tempo considerevole prima dell'inizio dei lavori, sarà necessario accertare la reale disponibilità volumetrica delle cave che si intende utilizzare.

Per l'intervento in esame sono state individuate le seguenti cave elencate di seguito:

- SPANDRI S.R.L. – Via Moregallo 23826 Mandello del Lario (LC) a distanza di circa 35 km dal cantiere;
- PENSA COSTRUZIONI E ASFALTI S.R.L. – Via Provata dei Bravi 23868 Valmadrera (LC) a distanza di circa 40 km dal cantiere.

Per quanto riguarda gli impianti di recupero inerti e discariche in cui poter conferire il materiale in esubero che non sarà riutilizzato nell'ambito dello stesso progetto, sono stati selezionati gli impianti che possono accettare i materiali prodotti dagli scavi e dalle lavorazioni, di seguito elencati:

- FARINA EZIO S.R.L. – Via San Bernardo 20832 Desio (MB) a distanza di circa 75 km dal cantiere;
- SYSTEMA AMBIENTE S.R.L. – Via Per Cascina Redenta 20065 Inzago (MI) a distanza di circa 80 km dal cantiere.

Gli impianti individuati, per numero e capacità di conferimento, rispetto alla stima degli scavi previsti, sono in grado di soddisfare le esigenze di progetto. Qualora dovesse trascorrere un prolungato periodo di tempo, prima dell'inizio dei lavori, sarà necessario accertare la validità delle autorizzazioni e la potenzialità degli impianti che potrebbe essere variata.

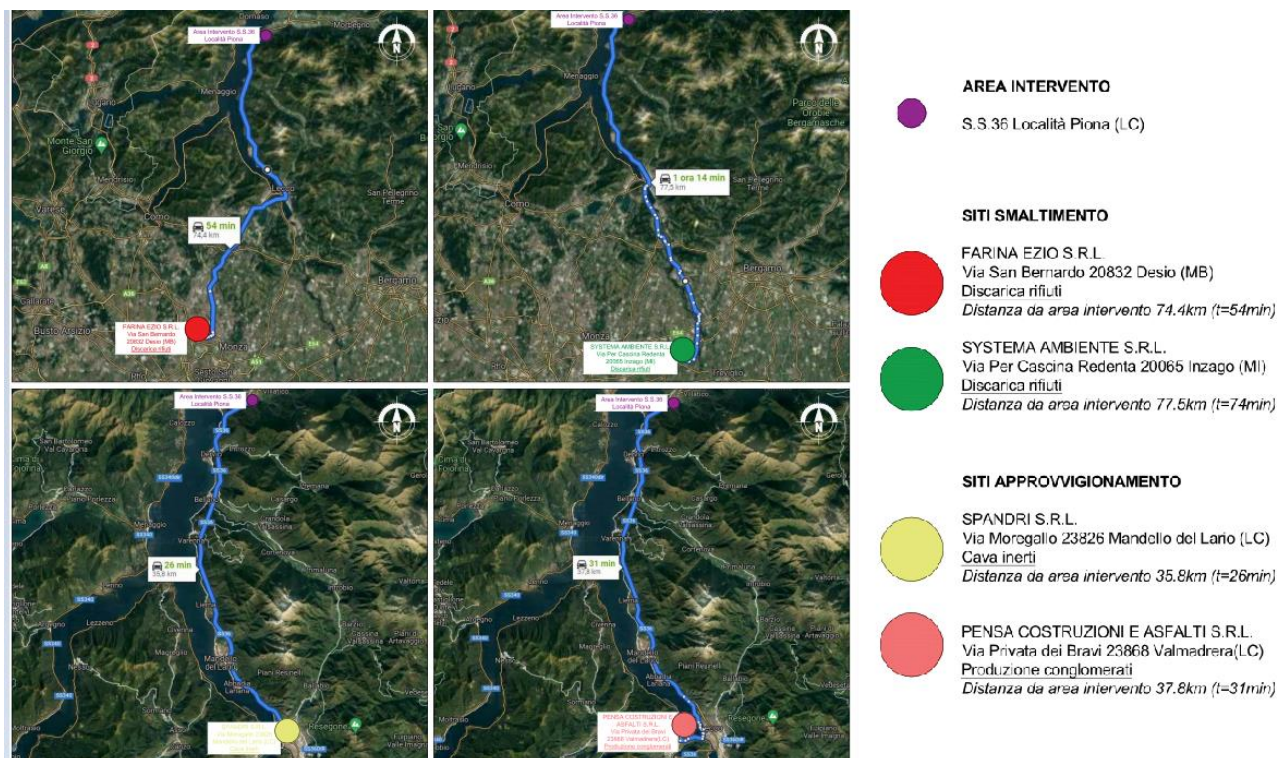


Figura 2-53 Ubicazione cave e siti di smaltimento. (Cod. Elab. T00CA00CANCO01A).

2.5 E – Atmosfera

2.5.1 Inquadramento tematico

Il presente paragrafo è volto a definire un quadro conoscitivo dei principali aspetti legati al comparto atmosfera, in relazione al contesto ambientale in cui ricade l'opera oggetto del seguente Studio di Impatto Ambientale. Nello specifico, le fasi che hanno caratterizzato tale studio sono le seguenti:

- analisi meteo climatica;
- analisi emissiva;
- analisi della qualità dell'aria.
- analisi diffusiva.

L'analisi meteo – climatica è stata condotta inizialmente consultando l'Atlante Climatico d'Italia, in cui sono espressi per ogni stazione meteo appartenente al Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare i principali parametri meteorologici mediati su un arco temporale di 30 anni, dal 1971 al 2000. Nello specifico, è stata analizzato il dato storico relativo al regime termico, anemometrico e pluviometrico della stazione presente nell'Aeroporto di Bergamo – Orio al Serio. Gli stessi parametri sono stati analizzati per la stessa stazione meteorologica con il dato meteo relativo al dato annuale del 2021, per poi essere confrontati con il dato storico, al fine di verificare la bontà del dato meteo attuale, utilizzato per le simulazioni modellistiche.

Per analizzare lo stato attuale delle emissioni, invece, si è fatto riferimento all'Inventario Nazionale delle Emissioni in Atmosfera (INEA) ed in particolare al documento "Italian Emission Inventory 1990-2019. Informative Inventory Report 2021", realizzato dall'ISPRA dal quale è stato possibile delineare il quadro nazionale italiano delle emissioni in atmosfera per il periodo compreso tra il 1990 ed il 2019, suddivise per ogni inquinante di interesse in macro-attività.

Al fine di uno studio conoscitivo sulla qualità dell'aria della zona di intervento, dopo un excursus dei principali strumenti di pianificazione settoriale in ambito comunitario, nazionale e regionale, sono stati analizzati i dati disponibili dai monitoraggi, forniti da ARPA Lazio, rispetto agli inquinanti di interesse, di seguito elencati:

- Ossido di azoto (NO_x);
- Biossido di azoto (NO₂);
- Particolato PM10;
- Particolato PM2,5;
- Monossido di carbonio (CO);

Al fine di caratterizzare al meglio la qualità dell'aria nella zona di intervento si è scelto di far riferimento a due centraline, una situata presso il comune di Colico, l'altra localizzata nel comune di Morbegno. Dalla prima centralina è stato possibile analizzare i valori di concentrazione di NO_x e NO₂, mentre la centralina di Morbegno è stata utilizzata per definire la qualità dell'Aria in termini di

concentrazione di particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}) e monossido di carbonio.

Attraverso l'elaborazione dei dati rilevati dalle centraline di monitoraggio scelta, è stato individuato il valore di fondo di qualità dell'aria per ogni inquinante analizzato, corrispondente al valore di concentrazione media annua del 2021.

Terminate le analisi conoscitive, si è proceduto all'applicazione dei modelli di simulazione, grazie ai quali è stato possibile stimare le concentrazioni di inquinanti con riferimento a differenti scenari di traffico veicolare. Nello specifico sono stati simulati i seguenti scenari:

- Scenario attuale;
- Scenario di progetto al 2024.

Per ogni scenario, attraverso l'utilizzo del software Copert 5, sono stati calcolati i fattori di emissione sugli archi del tratto stradale, che sono funzione del parco veicolare circolante e della velocità media percorsa considerata. Implementando, quindi, tutti gli input necessari (meteo, traffico, velocità, fattore di emissione, ecc.) all'interno del software di simulazione Calroads è stato possibile stimare i valori di concentrazione degli inquinanti di interesse.

Terminata la fase di modellazione degli input è stato possibile valutare l'output del modello, andando a determinare i livelli di concentrazione per i principali inquinanti generati dalla sorgente stradale.

In particolare, sono stati analizzati i valori di concentrazione relativi ai seguenti inquinanti, per la protezione della salute umana:

- Biossidi di Azoto NO₂;
- Monossido di carbonio CO;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2.5};

Per la verifica del limite normativo sulla vegetazione, invece, sono stati analizzati anche gli ossidi di azoto (NO_x).

In seguito, si è proceduto a simulare gli scenari caratterizzanti il cantiere dell'opera in esame. Le simulazioni sono avvenute mediante il software AERMOD View, i cui input sono di natura territoriale e progettuale. In concomitanza con tale software sono stati utilizzati pertanto AERMET View per gli input meteorologici, AERMAP per gli input orografici.

Attraverso AERMOD View è stato possibile stimare i livelli di concentrazione del particolato, generati negli scenari di cantiere ritenuti più critici in termini di dispersione di polveri in atmosfera, dalle principali attività di cantiere legate alla movimentazione della terra, caratterizzate dallo scarico del materiale scavato, dalla frantumazione del materiale, nonché dalla presenza stessa dei cumuli di materiale nell'area di stoccaggio.

Nel proseguo della trattazione verranno descritte nel dettaglio le simulazioni condotte, nonché i risultati delle stesse, opportunamente elaborati.

2.5.2 Normativa di riferimento

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi, Europei e Nazionali, che caratterizzano la componente atmosfera in esame ed in modo specifico riferiti alla qualità dell'aria:

- Direttiva 04/107/CE relativa all'"arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria" che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla "qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Ha ribadito i contenuti della direttiva 2004/107/CE, aggiungendo il PM2.5 tra gli inquinanti da monitorare.
- Decreto Legislativo 152/2006 "Norme in materia ambientale"
- Decreto Legislativo 128/2010 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152", recante norme in materia ambientale;
- Decreto Legislativo 155/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", recepisce la Direttiva 2008/50/CE 107/CE. Quest'unica norma ribadisce i fondamenti del controllo dell'inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio contenuti nei precedenti decreti ed introduce, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM2.5, ormai ben noto per la sua pericolosità;
- Legge Regionale 7 aprile 2000, n. 43 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria";
- Legge Regionale 26 aprile 2000, n. 44 "Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali"

Il D.Lgs. 155/2010 oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti. Nella Tabella 2-34 seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010, agli allegati XI e XIII.

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	n°sup. consentiti
Biossido di Zolfo SO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	n°sup. consentiti
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km ²	500 µg/m ³	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m ³	-
Biossido di azoto NO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m ³	18
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km ²	400 µg/m ³	-
Ossidi di azoto NO _x	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m ³	-
Particolato PM ₁₀	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-
Particolato fine PM _{2,5}	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m ³	-
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m ³	
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m ³	-
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m ³	-
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m ³	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m ³	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m ³	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m ³	-

Tabella 2-34 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono (Fonte: Allegati XI e XIII D. Lgs. 155/2010)

2.5.3 Inquadramento meteo-climatico

Il presente paragrafo è volto all'analisi meteorologica dell'area di studio. Verrà quindi in primis analizzato, da un punto di vista "storico", l'area di intervento definendo le condizioni climatiche

della stessa, lavorando con un arco temporale trentennale; successivamente verrà studiato il dato meteorologico attuale di riferimento (2021) che andrà utilizzato per realizzare le simulazioni modellistiche al fine di verificarne la coerenza con il dato storico. Così facendo sarà possibile validare il dato e verificare che le simulazioni effettuate non facciano riferimento ad outliers meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi.

2.5.3.1 Il dato storico: andamento 1971-2000

Lo studio meteorologico è stato realizzato sulla base dei dati prelevati dall'Atlante Climatico dell'aeronautica Militare che raccoglie i dati relativi ad un arco temporale di un trentennio, permettendo così la ricostruzione, in termini medi, dell'andamento meteo climatico.

L'Atlante è gestito dall'Aeronautica Militare e risulta coerente con quanto espresso dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) dove il clima è definito come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche, con riferimento ad uno specifico periodo temporale e ad un'area circoscritta. Nei paragrafi successivi verranno analizzati separatamente diversi indicatori climatici appartenenti a tre categorie: Temperatura, Precipitazioni e Venti. Al fine di rendere comprensibili e facilmente leggibili tali indicatori, sono state riportate di seguito le legende.

Tabella 2-35 Indicatori della temperatura (fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Simbolo	Descrizione	U.M.
Tm	Temperatura media (max + min)/2	°C
Tx 1d	Temperatura massima media della 1a decade	°C
Tx 2d	Temperatura massima media della 2a decade	°C
Tx 3d	Temperatura massima media della 3a decade	°C
Txm	Temperatura massima media mensile	°C
Tn 1d	Temperatura minima media della 1a decade	°C
Tn 2d	Temperatura minima media della 2a decade	°C
Tn 3d	Temperatura minima media della 3a decade	°C
Tnm	Temperatura minima media mensile	°C
TxP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature massime	°C
TnP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature minime	°C
P99x (P99n)	99° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P85x (P85n)	85° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P15x (P15n)	15° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C

P1x (P1n)	1° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
NgTn<=0	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= 0 °C	(conteggio)
NgTn<=-5	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= -5 °C	(conteggio)
NgTx>=25	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 25 °C	(conteggio)
NgTx>=30	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 30 °C	(conteggio)
GrGi>0	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 0°C	°C
GrGi>5	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 5°C	°C
GrGi_18	Gradi-giorno (Somme (S-Tm) solo se (S-Tm) > 0°), dove S = 18°C	°C
Txx	Temperatura massima assoluta	°C
An Txx	Anno in cui si è verificata Txx	
Tnn	Temperatura minima assoluta	°C
An Tnn	Anno in cui si è verificata Tnn	

Per le precipitazioni e gli eventi correlabili, i principali indicatori sono stati riportati in Tabella

2-36.

Tabella 2-36 Indicatori delle precipitazioni (fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Simbolo	Descrizione	U. M.
RTot	Precipitazione totale media mensile	mm
RQ0	Minimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
RQ1	Primo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ2	Secondo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ3	Terzo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ4	Quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ5	Massimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
Rx12a	Precipitazione massima fra le ore 00 e le 12 (ora UTC)	mm
Rx12b	Precipitazione massima fra le ore 12 e le 24 (ora UTC)	mm
Rx24	Precipitazione massima in 24 ore	mm
An Rx24	Anno in cui si è verificata Rx24	
Ng R>1	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 1 mm	(conteggio)
Ng R>5	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 5 mm	(conteggio)
Ng R>10	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 10 mm	(conteggio)
Ng R>50	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 50 mm	(conteggio)
Ng Fog	Numero medio di giorni al mese con nebbia	(conteggio)
Ux%	Media mensile dell'umidità percentuale massima	%
Un%	Media mensile dell'umidità percentuale minima	%
Ng h6 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 6	(conteggio)

Ng h6 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ngh18 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 18	(conteggio)
Ngh18 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 18	(conteggio)

Infine, in relazione alla distribuzione dei venti è possibile fare riferimento alla Tabella 2-37.

Tabella 2-37 Indicatori della distribuzione dei venti (fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Simbolo	Descrizione	U. M.
HH	Orario	UTC
MM	Mese	
Calme	Percentuali dei casi di vento con intensità = 0 nodi	%
N1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 1 e 10 nodi	%
N11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 11 e 20 nodi	%
N>20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità superiore a 20 nodi	%
NE1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NE11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NE>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
E1-10	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
E11-20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
E>20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità superiore a 20 nodi	%
SE1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SE11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SE>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
S1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 1 e 10 nodi	%
S11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 11 e 20 nodi	%
S>20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità superiore a 20 nodi	%

Simbolo	Descrizione	U. M.
SW1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SW11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SW>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
W1-10	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
W11-20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
W>20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
NW1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NW11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NW>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
Vxx	Intensità massima del vento	KT

Come centralina di riferimento per l'analisi meteorologica è stata scelta la stazione più prossima alla zona soggetta a studio e che garantisca i dati previsti per l'analisi. Nella fattispecie, è stata scelta la stazione meteorologica presente nell'Aeroporto di Bergamo – Orio al Serio, distante circa 50km dall'area di intervento.

La stazione meteo di riferimento è inquadrata in Figura 2-54, con le seguenti coordinate:

- Lat: 45.65°
- Lng: 9.69°

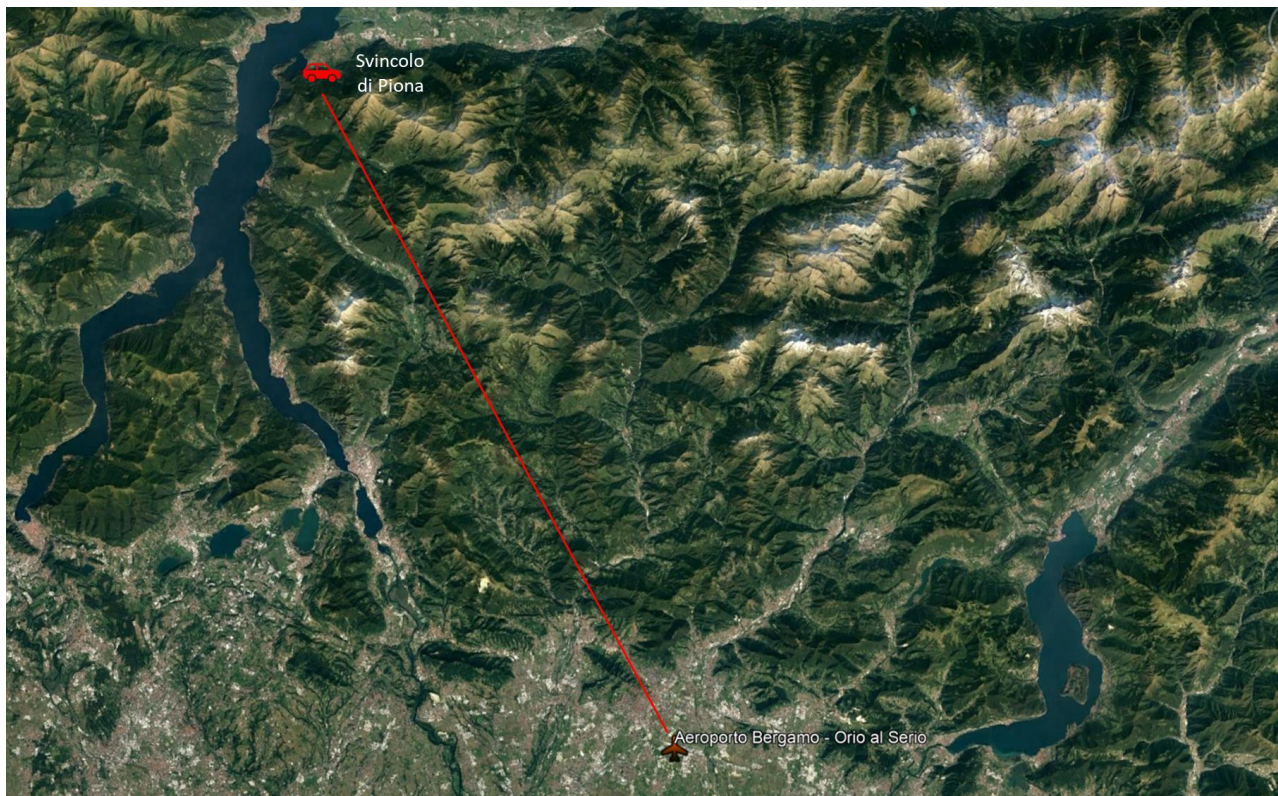


Figura 2-54 Stazione Meteorologica di riferimento Bergamo – Orio al Serio e SS36, località Piona (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Regime Termico

Mese	Tm	Tx1d	Tx2d	Tx3d	Txm	Tn1d	Tn2d	Tn3d	Tnm	TxP85-15	TnP85-15
Gen	6,2	10	9,9	10,5	10,1	2,1	2	2,4	2,2	5,6	7,4
Feb	6,4	10,8	10,4	10,7	10,6	1,8	2,3	2,3	2,1	6,8	6,6
Mar	8,4	11,8	12,9	14,6	13,1	2,6	3,5	4,6	3,6	7,8	6,6
Apr	11,1	16,2	15,4	17,9	16,5	5,5	5,2	6,7	5,8	7,4	6,4
Mag	16,2	19,9	22,3	24,1	22,2	8,9	10,1	11,3	10,1	8,4	5,6
Giu	20,5	25,8	26,7	28,3	26,9	12,8	14,1	15,1	14	7,4	5,4
Lug	23,2	29,2	30,1	30,2	29,8	16,2	16,7	16,8	16,6	7,4	5
Ago	23,1	30,9	30	28,2	29,6	17,2	16,9	15,8	16,7	7,8	5
Set	19,5	26,1	25,6	24,2	25,3	14,4	13,5	13	13,6	7,2	5,4
Ott	15	21,7	20,2	17,6	19,8	11,5	10,8	8,8	10,3	7,6	7,4
Nov	10,2	16,1	14,5	12,7	14,4	7,4	6,2	4,6	6,1	6,8	7,8
Dic	7,4	11,7	11,7	10,6	11,3	3,6	3,7	2,9	3,4	6,2	7
Mese	NgTn≤0	NgTn≤-5	NgTx≥25	NgTx≥30	GrGi>0	GrGi>5	GrGi_18	Txx	AnTx	Tnn	AnTn
Gen	8,4	0,6	0	0	190	41	364	18,4	1986	-9,8	1985
Feb	8	0,4	0	0	180	42	327	21,4	1990	-9,4	1993
Mar	4,3	0,1	0	0	259	106	298	23,6	1990	-8,2	1987
Apr	0,7	0	0,3	0	328	181	202	28,4	1983	-2,8	1988
Mag	0	0	7,9	0	496	342	71	34,2	1994	1,4	1989
Giu	0	0	21,3	6,1	605	457	8	40,8	1982	7	1980
Lug	0	0	28,3	14,9	717	563	0	41,8	1988	9	1980

Ago	0	0	27,6	15	712	558	1	40,2	2000	8,6	1976
Set	0	0	16,8	2,5	582	433	15	36,2	1975	4,6	1976
Ott	0,1	0	2,3	0	479	320	102	32,2	1981	-0,6	1972
Nov	1,7	0,1	0	0	318	163	240	23,8	1990	-5,2	1972
Dic	5,3	0,1	0	0	227	74	329	20	1979	-7,2	1976

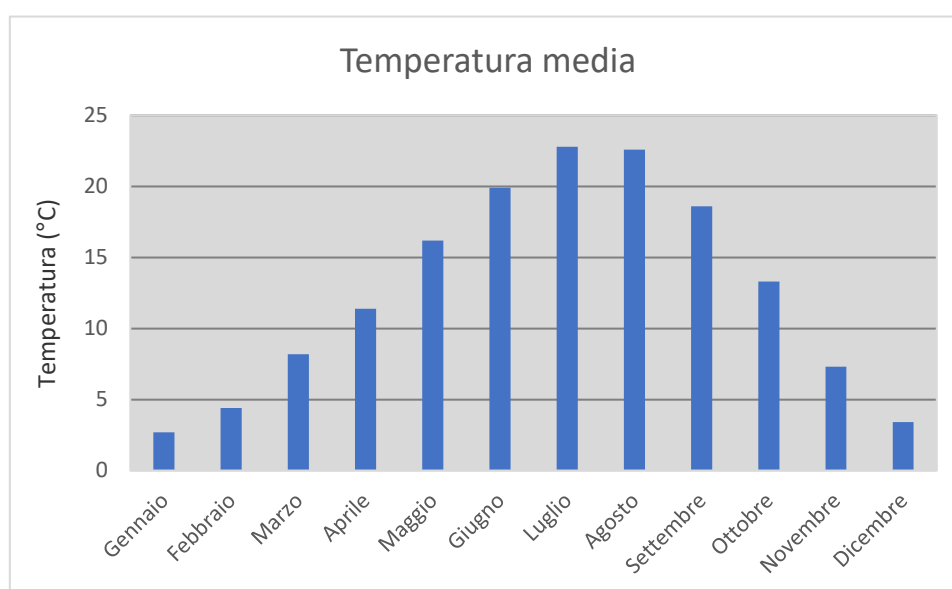


Figura 2-55 Temperatura media nelle tre decadi di riferimento (fonte: elaborazione dati Atlante Climatico AM)

Facendo riferimento alla temperatura media registrata nei tre decenni analizzati è possibile notare come i valori siano comprese tra 2,7°C e 22,8 °C, rispettivamente registrate nei mesi di gennaio e di luglio.

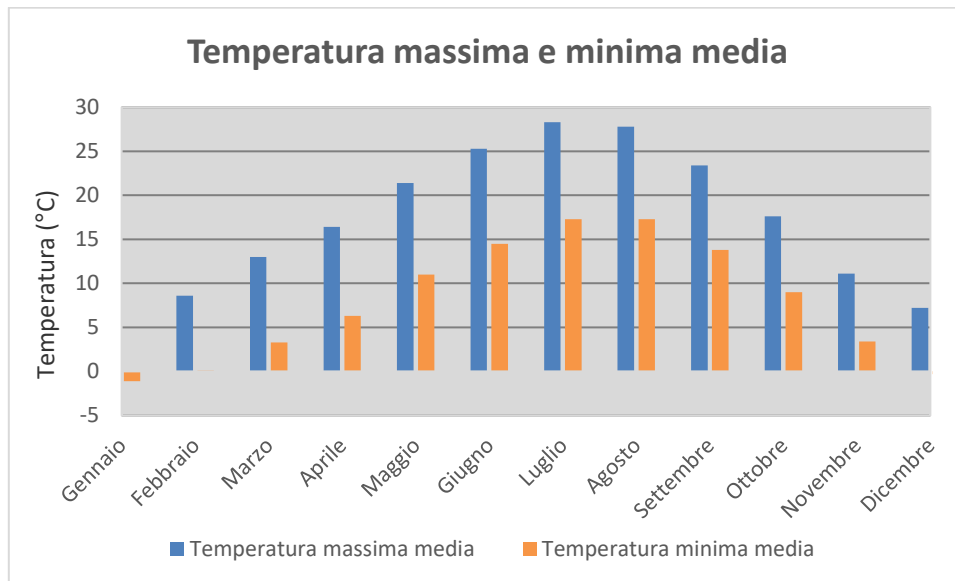


Figura 2-56 Temperatura massima e minima media nelle tre decadi di riferimento (fonte: elaborazione dati Atlante Climatico AM)

Analizzando la Figura 2-56 si osserva che i trend descritto dai valori massimi e minimi medi della temperatura nelle tre decadi di riferimento è simile , evidenziando come il mese con le temperature massime medie più elevate siano quelli di luglio e agosto con 28,3 e 27,8°C, mentre il mese con le temperature minime medie più basse risulta essere gennaio con 6,6 °C.

Al fine di poter valutare dei trend di evoluzione della temperatura è possibile fare riferimento ai valori di temperatura minima e massima media mensile analizzata nelle tre differenti decadi di riferimento (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000).

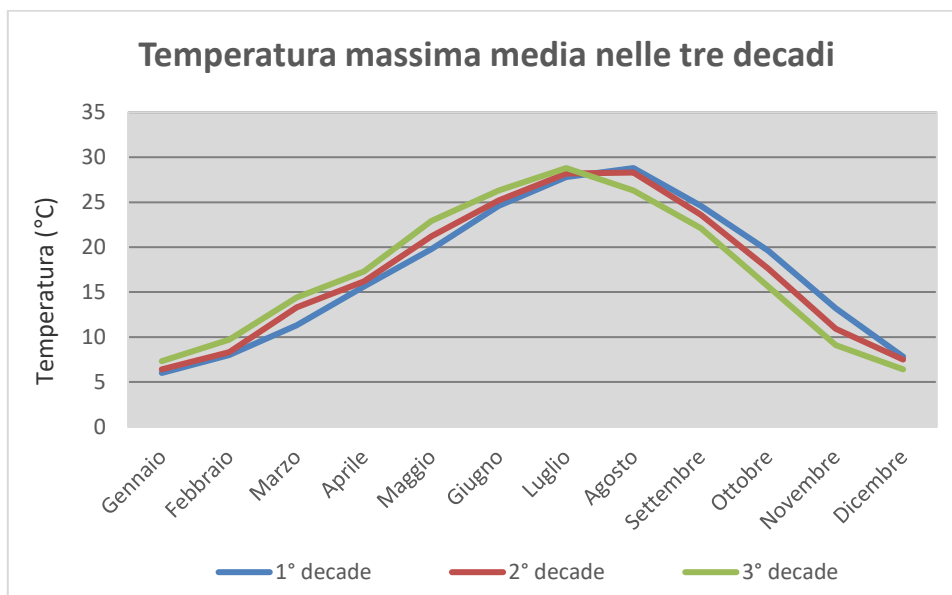


Figura 2-57 Temperatura massima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dalla Figura 2-57 si può notare come nel corso dei decenni sia avvenuta un'inversione del trend delle temperature, con un anticipo delle temperature massime di circa un mese. La linea verde, infatti, rappresentativa della terza decade, raggiunge valori più elevati delle altre due curve nei mesi compresi tra febbraio e luglio. Nei mesi da agosto a dicembre si registra, invece, un trend opposto con il valore della temperatura massima sempre inferiore a quello delle altre due decadi. Nell'ultima decade di analisi il mese con la temperatura massima media più elevata risulta luglio con un valore di 29,8 °C.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate in riferimento alle temperature minime così come mostrato in Figura 2-58.

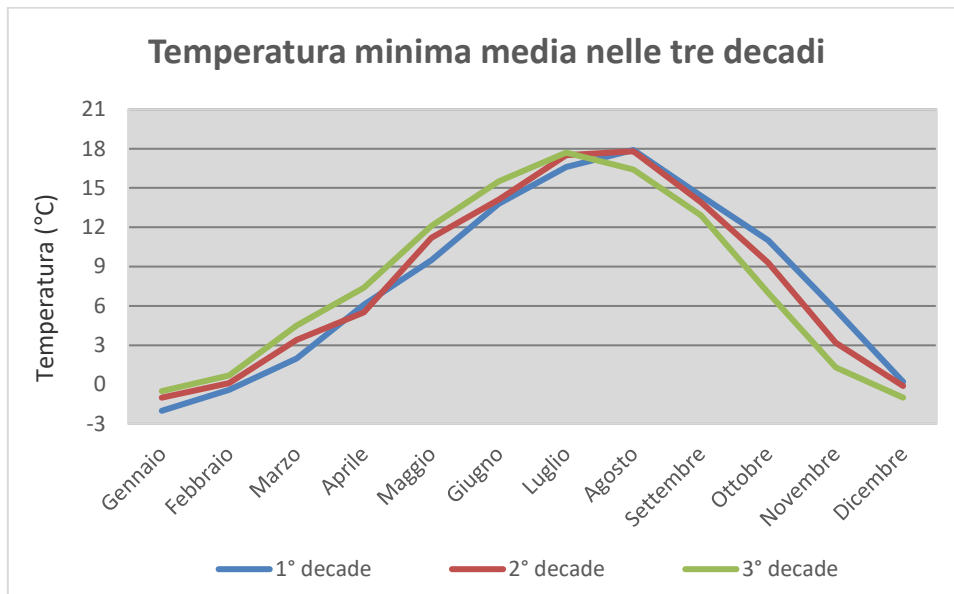


Figura 2-58 Temperatura minima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È inoltre possibile analizzare il fenomeno termico anche dal punto di vista dei percentili. In particolare, si può osservare la distribuzione in termini di differenze tra l'85° ed il 15° percentile al fine di determinare un intervallo di variazione dei valori. Tale differenza può essere effettuata sia in termini di temperatura massima sia in termini di temperatura minima.

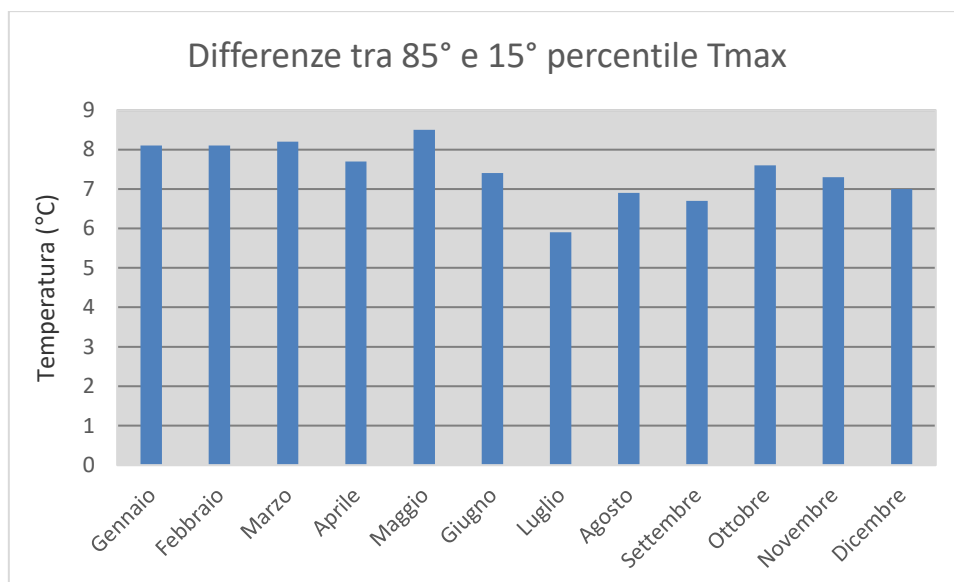


Figura 2-59 Differenza 85 – 15 percentile temperatura massima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

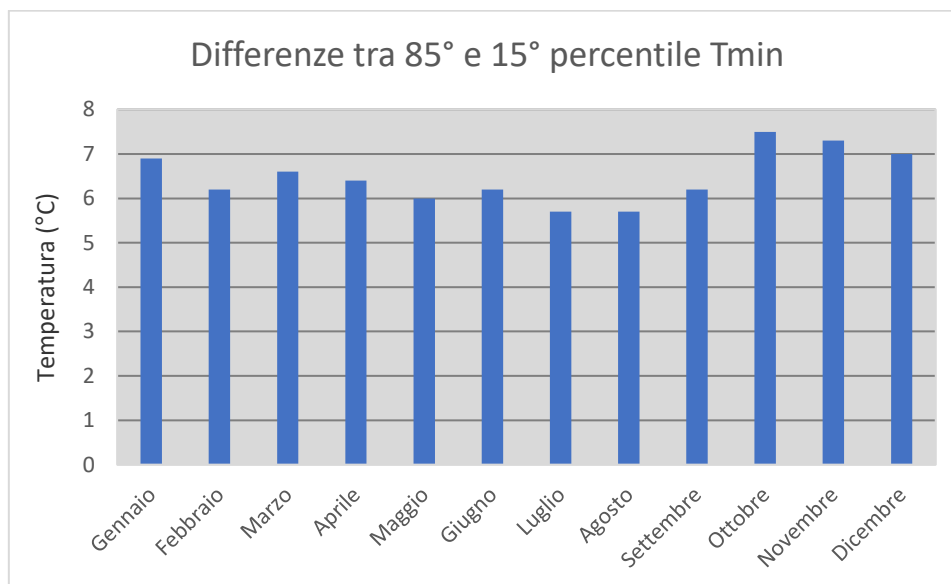


Figura 2-60 Differenza 85 – 15 percentile temperatura minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi delle temperature massime si può notare come il delta sia abbastanza costante ed oscilla tra i 7 e gli 8 °C. Con riferimento alla temperatura minima invece, si può evidenziare un trend in cui il minimo del delta è rappresentato dai mesi estivi, il cui valore è prossimo ai 6°C, mentre il massimo valore si ha nei mesi invernali con il delta massimo registrato nel mese di ottobre e novembre.

In ultimo, al fine di completare l'analisi sulle distribuzioni delle temperature nei diversi mesi nelle tre decadi di riferimento, è possibile effettuare un'analisi sull'occorrenza di determinati eventi, oltre che sulla loro entità. In particolare, è possibile valutare l'occorrenza di fenomeni "estremi", quali il superamento di temperature "soglia" sia in termini di temperatura massima, sia in termini di temperatura minima.

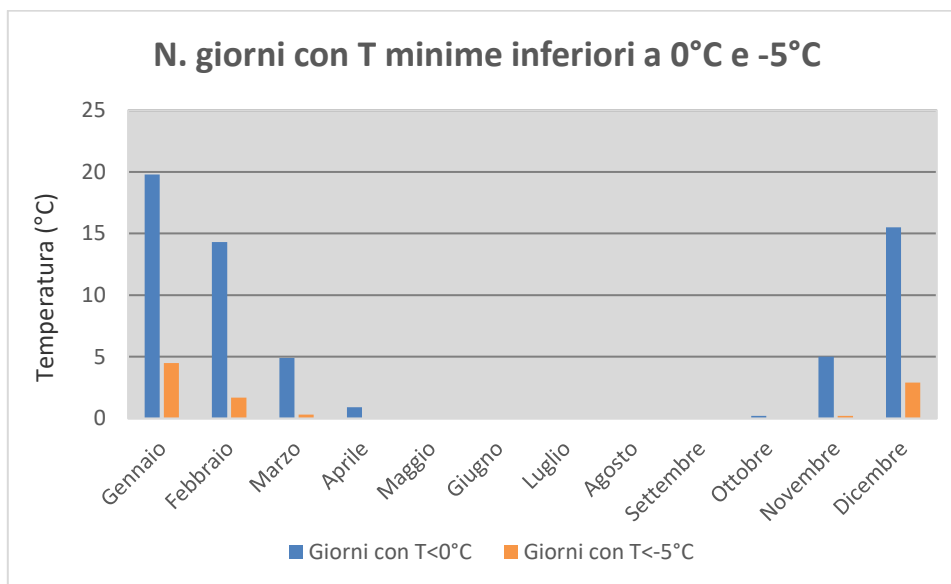


Figura 2-61 N° giorni con temperature minime inferiori a 0° e a -5° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

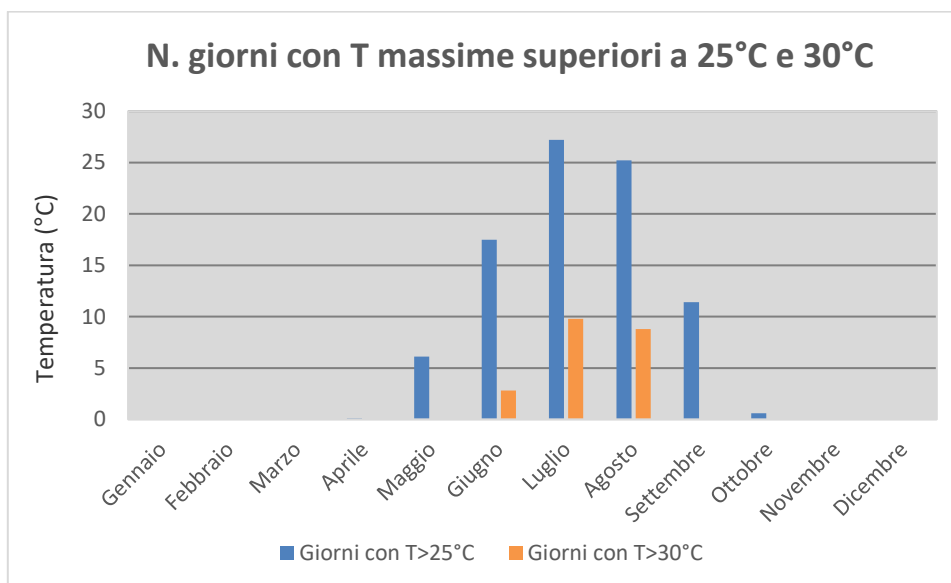


Figura 2-62 N° giorni con temperature massime superiori a 25° e 30° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento alle figure soprastanti è possibile verificare come le temperature inferiori ai -5 °C siano registrate solo nei mesi invernali di gennaio, febbraio, marzo, novembre e dicembre.

Per quanto riguarda le temperature massime, invece, si registrano superamenti della soglia di 30 °C nei mesi estivi da giugno ad agosto, mentre i superamenti della soglia di 25 °C sono presenti su un arco maggiore che va da maggio a ottobre.

Regime pluviometrico

Il regime pluviometrico è definito attraverso i dati registrati e riportati nella Tabella 2-38. Nella quale sono stati anche riportati i dati circa l'umidità registrata, nonché la presenza di nebbia e di copertura nuvolosa.

Mese	RTot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12b	Rx24	AnRx24
Gen	50.2	4.2	13.1	29.9	39.5	71.5	139.5	37.6	51.6	70	1978
Feb	71.2	2.2	18.4	36.8	72.2	114.1	226.1	43.4	35.4	51.8	1984
Mar	60.5	1.4	20.2	49.1	64.8	82.5	149.1	38.4	66.8	76.6	1988
Apr	45.7	6.4	23.9	33.4	49.1	66	106.7	20	33.8	33.8	1978
Mag	43.4	10.2	19.7	30.4	43.7	64.1	140.2	45.2	38.4	49.2	2000
Giu	29.5	0.1	7	13	25.2	50.6	120	12.8	67.4	67.4	1989
Lug	23.6	0	2.1	9.3	17.6	45	96.6	36.8	43	45	1986
Ago	32.2	0	1.9	11.6	36.8	61.5	109.7	54.6	41.8	54.6	1980
Set	45.4	0	6	29.8	55.2	76.3	136.4	57.2	92.8	93	1991
Ott	67.7	6.7	29.4	48.8	60.2	90.2	174.2	104.4	48.8	110.2	1985
Nov	67	12.8	23.4	40.6	60.4	108.3	156.7	53.4	57	61	1990
Dic	60.1	5.4	34.1	46.7	59.1	84.1	193.5	34.4	49.8	65	1983

Mese	NgR>1	NgR>5	NgR>10	NgR>50	NgFog	Ux%	Un%	Ngh6Nuv≤4	Ngh6Nuv>4	Ngh18Nuv≤4	Ngh18Nuv>4
Gen	6.7	2.7	1.5	0.1	9.2	95	62	13.9	17	14.1	16.9
Feb	7.8	3.6	2.2	0	6.4	95	55	12.6	15.6	13.1	15.1
Mar	7.3	3.5	2	0.1	7.3	95	51	13.6	17.3	13.2	17.7
Apr	6.5	3.1	1.4	0	5.9	94	46	14	17	14.3	16.7
Mag	5.8	2.8	1.5	0	3.4	94	42	17.7	13.3	14.4	16.6
Giu	3.6	1.6	0.8	0	1.8	92	34	21.1	8.7	18.9	10.9
Lug	2.7	1.5	0.7	0	0.5	89	33	26.3	4.6	24.3	6.6
Ago	3.3	1.9	1.1	0	2.4	91	35	25.4	5.5	23.5	7.4
Set	4.8	2.5	1.4	0.1	4.9	94	43	19.6	10.4	19.6	10.3
Ott	7.1	3.8	2.2	0	9.9	95	55	14.4	16.6	16.9	14
Nov	8.1	3.9	1.8	0.1	9.9	96	63	12.8	17.2	14.8	15.2
Dic	7.4	3.5	1.6	0.1	10.8	96	64	13.4	17	15.2	15.4

Tabella 2-38 Regime Pluviometrico (fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

Il primo aspetto di analisi fa riferimento alla precipitazione totale media mensile registrata dalla stazione di riferimento in termini di millimetri, così come riportato Figura 2-63.

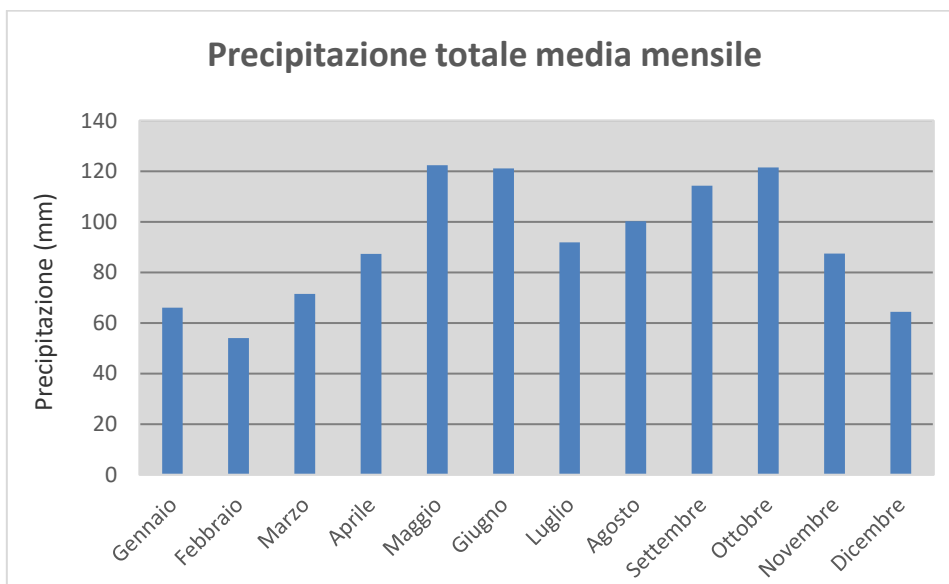


Figura 2-63 Precipitazione totale media mensile (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come i mesi con la media mensile più elevata siano maggio, giugno e ottobre con 122mm di precipitazione mensile, mentre il mese maggiormente asciutto risulta essere febbraio con un valore di circa 54mm.

Al fine di avere una valutazione quantitativa della distribuzione delle precipitazioni nei diversi mesi è possibile fare riferimento alla Figura 2-64.

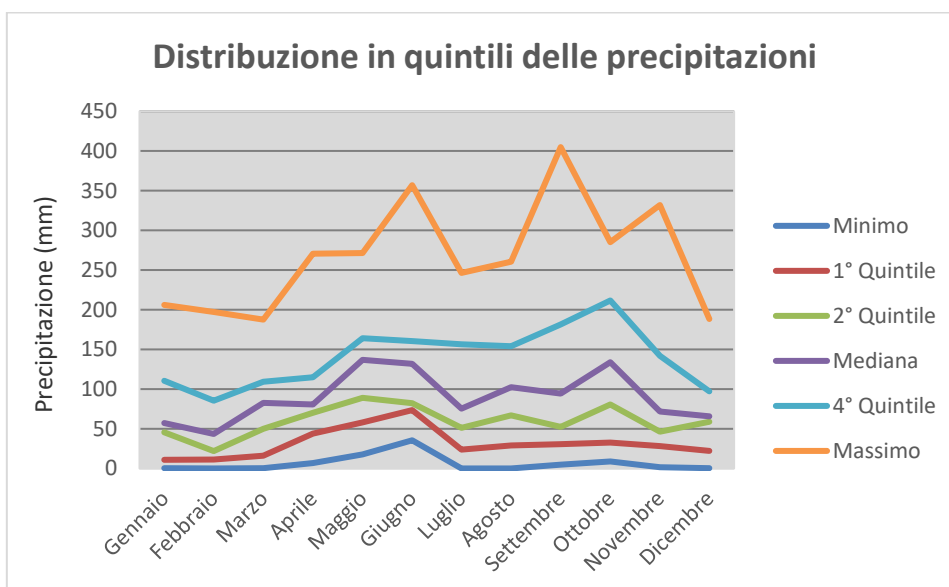


Figura 2-64 Distribuzione in quintili delle precipitazioni mensili (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In termini qualitativi è possibile evidenziare un delta marcato tra il quarto ed il quinto quintile ovvero il massimo della distribuzione in quintili ed un delta meno marcato dal primo al quarto quintile. È inoltre possibile valutare la divisione delle precipitazioni massime con riferimento a due intervalli temporali 00-12 e 12-24, così come definito nella Figura 2-65.

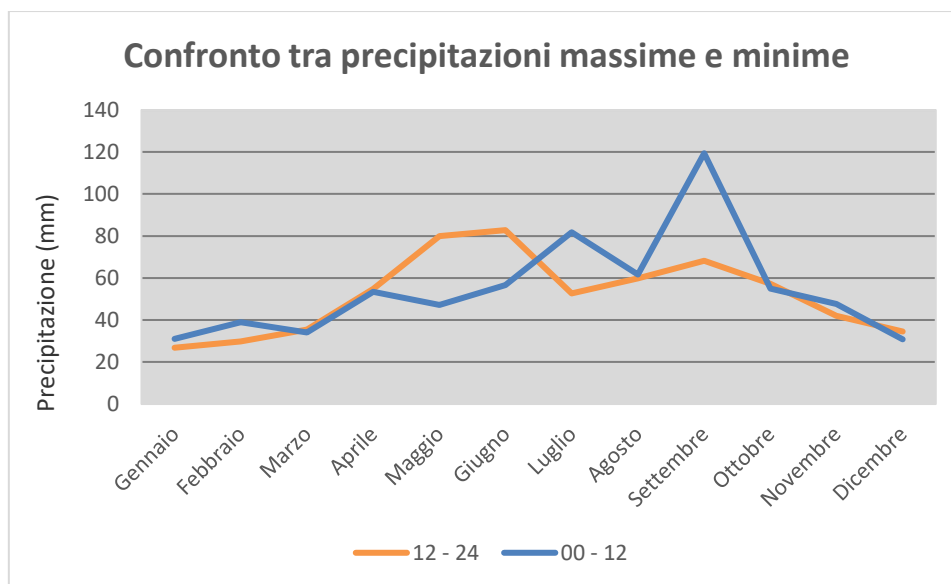


Figura 2-65 Precipitazioni massime periodi 00-12 e 12-24 (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come il primo periodo di riferimento ed il secondo risultino avere un andamento simile. Il mese che registra il massimo di pioggia nel primo periodo risulta essere settembre con 120mm; per il secondo periodo il massimo si registra nei mesi di maggio e giugno con un valore di 80mm di precipitazione circa.

Di seguito si riporta la distribuzione dei massimi nelle 24 ore, facendo riferimento alla data in cui si è verificato l'evento rispetto al periodo di analisi dell'Atlante Climatico.

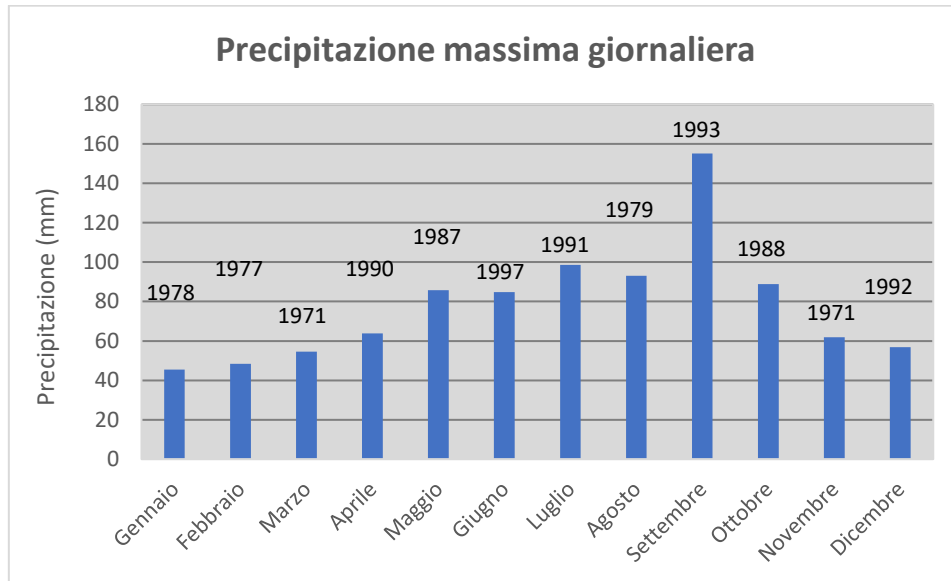


Figura 2-66 Precipitazioni massima nelle 24 h ed anno di occorrenza (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In ultimo, in analogia a quanto visto per le temperature, anche per il regime pluviometrico è stata effettuata un'analisi circa il numero di giorni in cui si verifica il superamento di determinati valori di soglia.

Nel caso in esame, riportato in Figura 2-67, vengono riportati il numero medio di giorni con precipitazioni superiori ad 1, 5, 10 e 50 mm.

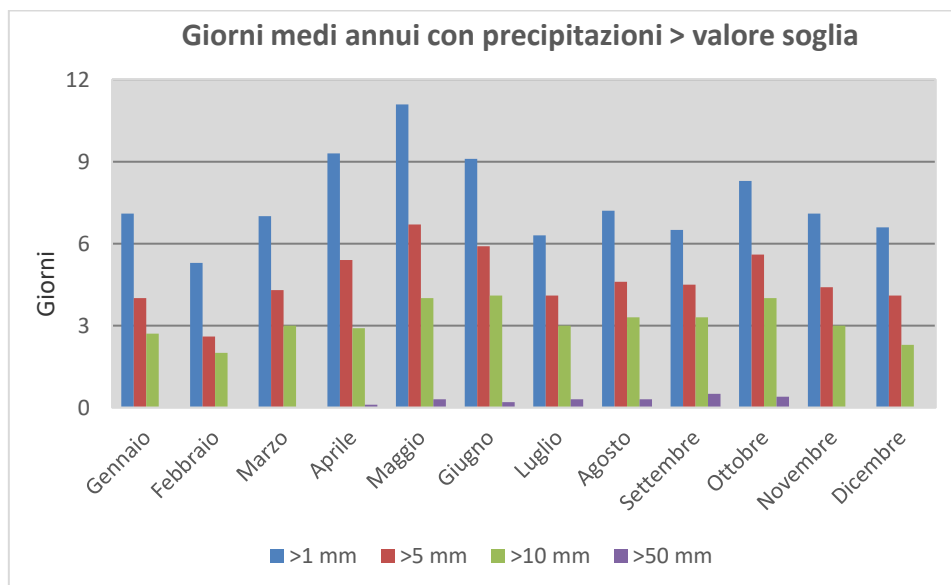


Figura 2-67 N° di giorni medio al mese con precipitazioni superiori a 1, 5, 10 e 50 mm di precipitazioni (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi di tali dati è possibile evidenziare come il mese di maggio risulta essere quello in cui mediamente si sono verificati più giorni con superamento del valore di 1 mm, mentre per quanto riguarda la soglia più elevata (50 mm) i superamenti sono stati riscontrati con un valore pari 0.1, come mostrato in Figura 2-67.

Con riferimento al secondo parametro analizzato, ovvero la presenza di nebbia, è possibile osservare la Figura 2-68 in cui sono stati rappresentati i giorni medi al mese in cui è presente la nebbia. La distribuzione di tali valori è eterogena, variando dai 13 giorni nel mese di gennaio ad assenza, mediamente, di giorni con nebbia nei mesi estivi.

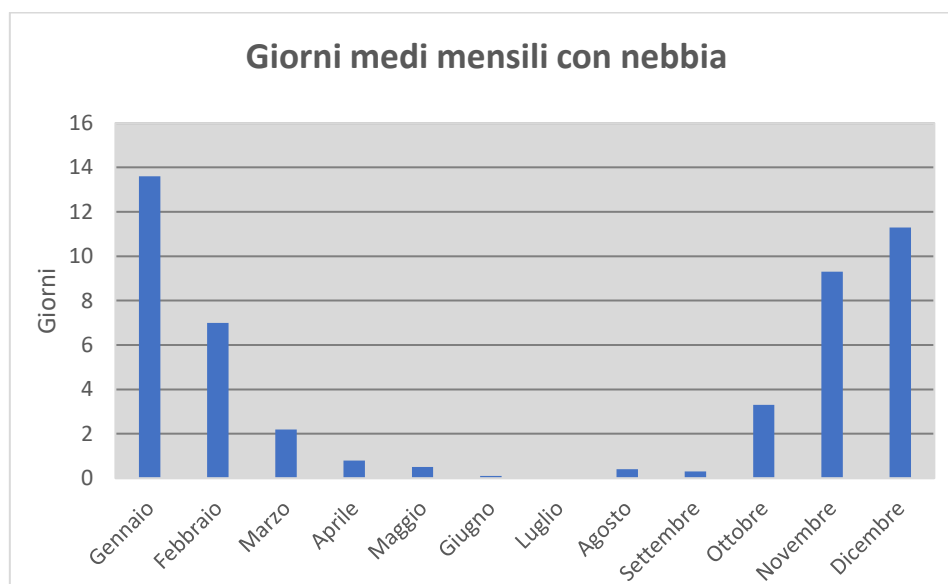


Figura 2-68 Numero di giorni medio al mese con presenza di nebbia (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Per quanto riguarda l'umidità percentuale massima e minima mostrata in Figura 2-69 si nota come il primo parametro sia compreso tra l'89 e il 93%, con oscillazioni molto contenute, i cui massimi si registrano nei mesi invernali da ottobre a gennaio. Con riferimento al secondo parametro il delta subisce ampie variazioni tra i mesi invernali ed la stagione estiva, con un valore minimo nel mese di luglio pari al 44% e con il massimo registrato a dicembre e pari al 64%.

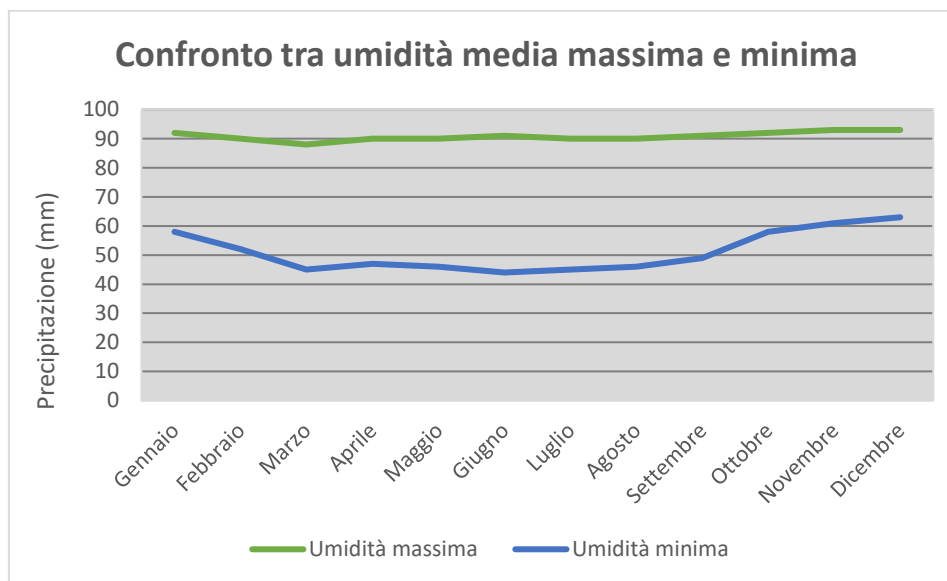


Figura 2-69 Media mensile dell'umidità percentuale massima e minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Regime anemometrico

L'Ultima analisi riportata in questo paragrafo riguarda la copertura nuvolosa. Nello specifico, tale aspetto viene considerato facendo riferimento al numero di giorni in relazione ad alcuni aspetti che possono essere così riassunti:

- la copertura nuvolosa espressa in ottavi, ed in particolare se inferiore o superiore ai quattro ottavi;
- le ore del giorno, definendo due scenari di analisi dalle ore 6 e alle ore 18.

La combinazione di tali aspetti dà luogo a quattro scenari di analisi:

- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 18;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 18.

Le risultanze di tali analisi sono riportate nella Figura 2-70.

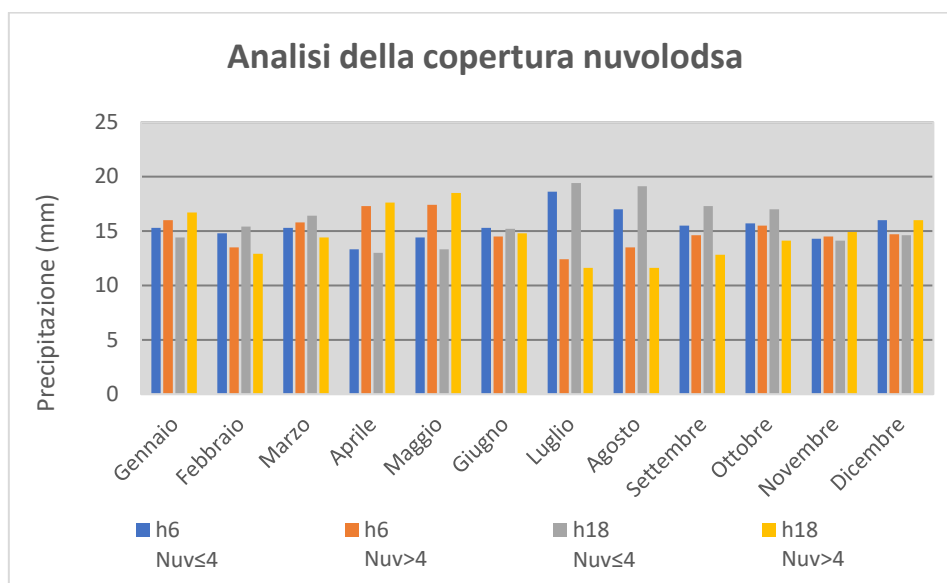


Figura 2-70 Analisi della copertura nuvolosa (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Si può evincere come durante i mesi dell'anno più o meno si registrano 14 giorni di nuvolosità elevata e 15 giorni di nuvolosità bassa.

Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi, suddivisa nelle classi definite precedentemente. I valori registrati sono sinteticamente riportati nelle tabelle seguenti con riferimento a quattro orari: 00:00, 06:00, 12:00, 18:00.

HH00													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	63,60	14,25	1,75	0,00	11,40	0,88	0,00	0,44	0,22	0,00	0,88	0,00	0,00
Feb	57,38	18,40	1,69	0,00	11,38	1,21	0,00	1,94	0,24	0,00	1,21	0,24	0,00
Mar	49,10	21,30	0,45	0,00	12,11	0,90	0,00	3,14	0,90	0,22	2,24	0,90	0,00
Apr	41,91	18,85	2,00	0,00	16,19	1,11	0,00	5,76	0,89	0,00	3,33	0,44	0,00
Mag	45,03	21,94	0,46	0,00	15,70	1,85	0,00	3,46	0,92	0,00	1,15	0,00	0,00
Giu	42,45	23,82	0,71	0,00	13,44	0,71	0,00	3,77	0,94	0,00	3,07	0,94	0,00
Lug	39,17	19,59	1,38	0,00	16,59	3,46	0,23	5,07	0,23	0,00	1,84	0,46	0,00
Ago	39,77	20,23	0,69	0,00	20,46	1,38	0,00	3,91	0,23	0,00	1,84	0,00	0,00
Set	44,60	21,83	1,17	0,00	14,32	1,88	0,00	3,99	0,94	0,00	2,11	1,17	0,00

HH00													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Ott	48,51	21,84	0,46	0,00	15,86	0,92	0,00	2,99	1,38	0,23	2,07	0,23	0,00
Nov	58,96	22,08	0,78	0,00	10,91	0,26	0,00	2,34	0,52	0,00	0,52	0,26	0,00
Dic	60,87	19,81	1,45	0,00	10,87	0,97	0,00	0,97	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	0,44	0,00	0,00	1,10	0,44	0,00	0,88	0,44	0,00	1,10	1,75	0,44	46
Feb	2,18	0,24	0,00	0,73	0,00	0,00	0,97	0,24	0,00	1,69	0,24	0,00	47
Mar	0,67	0,67	0,00	0,90	0,00	0,00	1,12	1,12	0,00	3,14	1,12	0,00	51
Apr	1,77	0,44	0,00	1,33	0,00	0,00	2,44	0,44	0,00	2,66	0,22	0,00	48
Mag	0,92	0,00	0,00	0,92	0,23	0,00	3,23	0,00	0,00	3,70	0,00	0,00	92
Giu	1,42	0,00	0,00	2,12	0,00	0,00	4,25	0,47	0,00	1,42	0,24	0,00	94
Lug	2,30	0,00	0,00	2,76	0,00	0,00	2,07	0,69	0,00	3,00	1,15	0,00	80
Ago	2,76	0,23	0,00	3,22	0,00	0,00	1,38	0,00	0,23	3,22	0,23	0,23	80
Set	0,70	0,23	0,00	2,11	0,23	0,00	0,70	0,00	0,00	3,99	0,00	0,00	62
Ott	0,92	0,23	0,00	0,92	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	2,53	0,23	0,00	63
Nov	0,52	0,00	0,26	0,78	0,00	0,00	0,26	0,26	0,00	0,78	0,52	0,00	94
Dic	0,48	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	1,21	0,24	0,00	1,21	1,21	0,00	71

Tabella 2-39 Andamento del regime anemometrico ore 00:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH06													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	60,59	18,02	0,68	0,00	8,90	0,56	0,00	1,13	0,45	0,00	1,01	0,11	0,00
Feb	56,70	21,40	0,75	0,00	9,26	0,38	0,00	1,38	0,38	0,00	1,50	0,00	0,00
Mar	47,85	26,02	1,36	0,00	11,43	0,57	0,00	2,49	1,13	0,11	1,92	0,00	0,00
Apr	49,60	20,65	0,81	0,00	14,07	0,12	0,00	3,58	0,92	0,00	1,85	0,69	0,00
Mag	65,15	15,43	0,22	0,00	7,88	0,44	0,00	3,00	0,22	0,00	1,44	0,22	0,00
Giu	64,37	16,03	0,71	0,00	8,43	0,36	0,00	3,21	0,12	0,00	1,54	0,36	0,00
Lug	59,61	21,27	0,57	0,00	10,81	0,57	0,00	2,84	0,23	0,00	0,80	0,11	0,00
Ago	56,58	23,09	0,35	0,00	11,66	0,69	0,00	2,31	0,46	0,00	0,81	0,23	0,00
Set	54,10	23,19	0,35	0,00	11,01	0,35	0,00	2,81	0,23	0,00	2,11	0,12	0,00
Ott	51,58	24,10	0,45	0,00	11,31	0,34	0,00	3,17	0,45	0,00	2,04	0,00	0,00
Nov	58,07	24,08	1,10	0,00	8,44	0,37	0,00	1,34	0,24	0,00	1,22	0,00	0,00
Dic	56,83	19,86	0,57	0,00	9,07	0,57	0,00	1,26	0,23	0,11	1,03	0,11	0,00
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	
Gen	0,68	0,00	0,00	1,24	0,00	0,00	2,25	0,56	0,00	3,04	0,56	0,11	
Feb	1,38	0,00	0,00	2,13	0,00	0,00	1,00	0,13	0,00	2,75	0,88	0,00	
Mar	1,58	0,00	0,00	1,47	0,00	0,00	1,13	0,23	0,00	2,15	0,57	0,00	
Apr	1,73	0,12	0,00	1,27	0,00	0,00	1,15	0,12	0,00	2,65	0,46	0,00	

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

HH06													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Mag	1,11	0,00	0,00	0,67	0,11	0,00	1,33	0,00	0,00	2,44	0,11	0,00	
Giu	1,07	0,00	0,00	0,83	0,12	0,00	1,43	0,00	0,00	1,19	0,24	0,00	
Lug	0,46	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,68	0,23	0,00	0,91	0,23	0,00	
Ago	0,69	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,35	0,00	0,12	1,39	0,23	0,00	
Set	1,17	0,00	0,00	1,64	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	1,99	0,12	0,00	
Ott	1,02	0,11	0,00	1,81	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00	2,04	0,23	0,00	
Nov	0,61	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	1,47	0,37	0,00	1,83	0,00	0,00	
Dic	1,61	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	3,56	0,46	0,00	3,10	0,34	0,00	

Tabella 2-40 Andamento del regime anemometrico ore 06:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH12													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	66,78	2,02	0,45	0,11	1,80	0,56	0,00	1,01	0,22	0,00	2,58	0,45	0,00
Feb	50,63	3,13	0,38	0,13	2,38	0,00	0,00	0,88	0,38	0,00	5,50	0,63	0,00
Mar	32,99	2,37	0,56	0,00	0,68	0,23	0,11	2,49	1,58	0,00	6,89	2,15	0,00
Apr	19,66	1,83	0,69	0,23	1,26	0,57	0,00	3,54	1,37	0,11	7,09	2,97	0,00
Mag	23,03	1,78	0,33	0,00	2,00	1,00	0,11	3,23	1,00	0,00	5,12	2,56	0,00
Giu	22,27	2,49	0,47	0,00	2,13	0,12	0,00	2,84	0,83	0,00	8,06	1,90	0,00
Lug	22,89	1,37	0,46	0,00	1,59	0,23	0,11	2,28	0,46	0,00	8,31	1,14	0,00
Ago	23,66	2,05	0,91	0,00	2,28	0,23	0,00	3,53	0,23	0,11	7,17	1,37	0,11
Set	39,37	2,12	0,59	0,12	2,35	0,35	0,00	4,11	0,94	0,00	5,88	0,94	0,00
Ott	51,03	2,40	0,23	0,00	3,08	0,00	0,00	3,88	0,91	0,00	3,88	0,57	0,00
Nov	58,36	2,93	0,24	0,00	2,08	0,12	0,00	2,56	0,85	0,00	2,08	0,49	0,00
Dic	66,78	1,37	0,34	0,11	1,60	0,11	0,00	1,26	0,23	0,00	3,21	0,00	0,00
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	
Gen	5,16	0,00	0,00	6,51	0,11	0,00	8,19	1,35	0,22	1,35	0,90	0,22	
Feb	10,13	0,38	0,00	10,00	0,50	0,00	8,75	2,63	0,25	2,13	1,00	0,00	
Mar	15,82	0,68	0,00	16,38	1,47	0,11	9,04	3,39	0,11	1,24	0,90	0,23	
Apr	20,11	1,14	0,00	20,46	1,71	0,00	11,09	3,20	0,00	1,60	0,57	0,00	
Mag	17,13	1,45	0,00	22,25	1,67	0,00	10,90	2,45	0,00	3,11	0,22	0,00	
Giu	16,59	0,95	0,00	22,04	1,42	0,00	13,03	1,42	0,12	1,90	0,36	0,12	
Lug	20,84	1,03	0,00	21,64	0,80	0,00	11,16	2,05	0,11	1,37	0,46	0,23	
Ago	18,89	0,68	0,00	23,32	0,46	0,11	10,69	0,91	0,00	1,93	0,34	0,00	
Set	11,87	0,47	0,00	13,75	0,35	0,00	12,34	1,29	0,12	2,59	0,24	0,00	
Ott	9,25	0,34	0,00	12,79	0,34	0,00	7,42	1,37	0,00	2,05	0,34	0,00	
Nov	9,16	0,00	0,00	7,69	0,00	0,00	8,91	1,34	0,12	2,56	0,49	0,00	
Dic	5,84	0,00	0,00	7,10	0,00	0,00	6,76	1,60	0,46	1,83	0,92	0,11	

Tabella 2-41 Andamento del regime anemometrico ore 12:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH18													
Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	76.19	5.53	0.56	0.11	2.82	0.34	0.00	2.03	0.34	0.00	1.02	0.11	0.00
Feb	77.39	1.99	0.37	0.00	2.61	0.12	0.00	1.24	0.00	0.00	3.35	0.00	0.00
Mar	59.11	1.60	1.37	0.00	2.98	0.46	0.00	2.63	1.03	0.00	6.07	1.26	0.00
Apr	47.03	4.00	1.60	0.00	3.89	0.92	0.00	3.78	2.29	0.00	6.41	2.06	0.11
Mag	46.29	3.77	1.55	0.11	4.98	2.10	0.00	4.65	0.89	0.00	6.42	1.33	0.00
Giu	34.43	4.25	2.24	0.00	4.36	1.65	0.00	3.89	0.59	0.00	8.02	1.42	0.00
Lug	35.33	1.81	1.59	0.11	3.17	1.59	0.11	2.15	0.45	0.00	9.06	1.59	0.00
Ago	49.09	2.96	0.57	0.11	3.76	0.57	0.00	2.73	1.03	0.00	7.86	0.80	0.00
Set	65.77	3.86	0.70	0.00	4.56	0.35	0.00	4.67	0.58	0.00	3.50	0.47	0.00
Ott	72.43	7.46	0.34	0.00	3.28	0.68	0.00	3.28	1.02	0.00	2.49	0.45	0.00
Nov	71.52	10.30	0.61	0.24	3.52	0.24	0.00	2.30	0.12	0.00	1.94	0.24	0.12
Dic	71.03	8.85	0.34	0.00	3.45	0.11	0.00	1.95	0.11	0.00	0.92	0.11	0.00
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	
Gen	0.90	0.00	0.00	1.47	0.00	0.00	3.50	0.34	0.00	3.39	1.35	0.00	
Feb	2.73	0.12	0.00	1.74	0.12	0.00	3.60	1.24	0.12	1.86	1.37	0.00	
Mar	8.36	0.00	0.00	4.70	0.11	0.00	4.81	1.37	0.00	1.83	2.06	0.00	
Apr	10.30	0.69	0.00	7.55	0.57	0.00	4.00	1.37	0.00	2.29	1.03	0.00	
Mag	9.30	0.22	0.00	7.97	0.33	0.00	5.76	1.66	0.00	1.66	0.66	0.00	
Giu	13.33	0.83	0.00	12.03	0.94	0.00	6.96	1.65	0.12	2.36	0.71	0.00	
Lug	20.84	0.11	0.00	10.19	0.23	0.11	6.23	1.59	0.00	2.60	1.13	0.00	
Ago	12.98	0.23	0.00	8.77	0.46	0.00	3.99	1.37	0.00	2.05	0.46	0.11	
Set	4.56	0.12	0.00	4.79	0.00	0.00	3.50	0.12	0.00	1.99	0.47	0.00	
Ott	2.60	0.00	0.00	1.36	0.00	0.00	1.81	0.79	0.00	1.36	0.56	0.00	
Nov	1.58	0.00	0.00	1.58	0.00	0.00	3.15	0.61	0.00	1.82	0.00	0.12	
Dic	2.99	0.00	0.00	2.41	0.00	0.00	2.87	0.23	0.00	3.56	0.46	0.11	

Tabella 2-42 Andamento del regime anemometrico ore 18:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

I diagrammi seguenti riportano, in funzione delle diverse stagioni e dei diversi orari, le direzioni di provenienza dei venti, espressi in termini percentuali. Al fine di una loro corretta lettura è opportuno specificare come le diverse aree rappresentino la frequenza della direzione del vento osservata in funzione delle classi di intensità, rispettivamente partendo dal margine interno a quello esterno:

- tra 1 e 10 nodi – area in blu;
- tra 10 e 20 nodi – area in rosso;
- superiore a 20 nodi – area in verde.

La frequenza percentuale di ciascuna classe si ottiene sottraendo al valore mostrato nel diagramma, quello riferito all'area più interna. Solo per la prima classe (area in blu) il valore evidenziato sul diagramma anemometrico coincide con la frequenza.

I diagrammi anemometrici sono rappresentati per stagioni considerando:

- la stagione invernale nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio;
- la stagione primaverile nei mesi marzo, aprile e maggio;
- la stagione estiva nei mesi di giugno, luglio e agosto;
- la stagione autunnale nei mesi di settembre, ottobre e novembre.

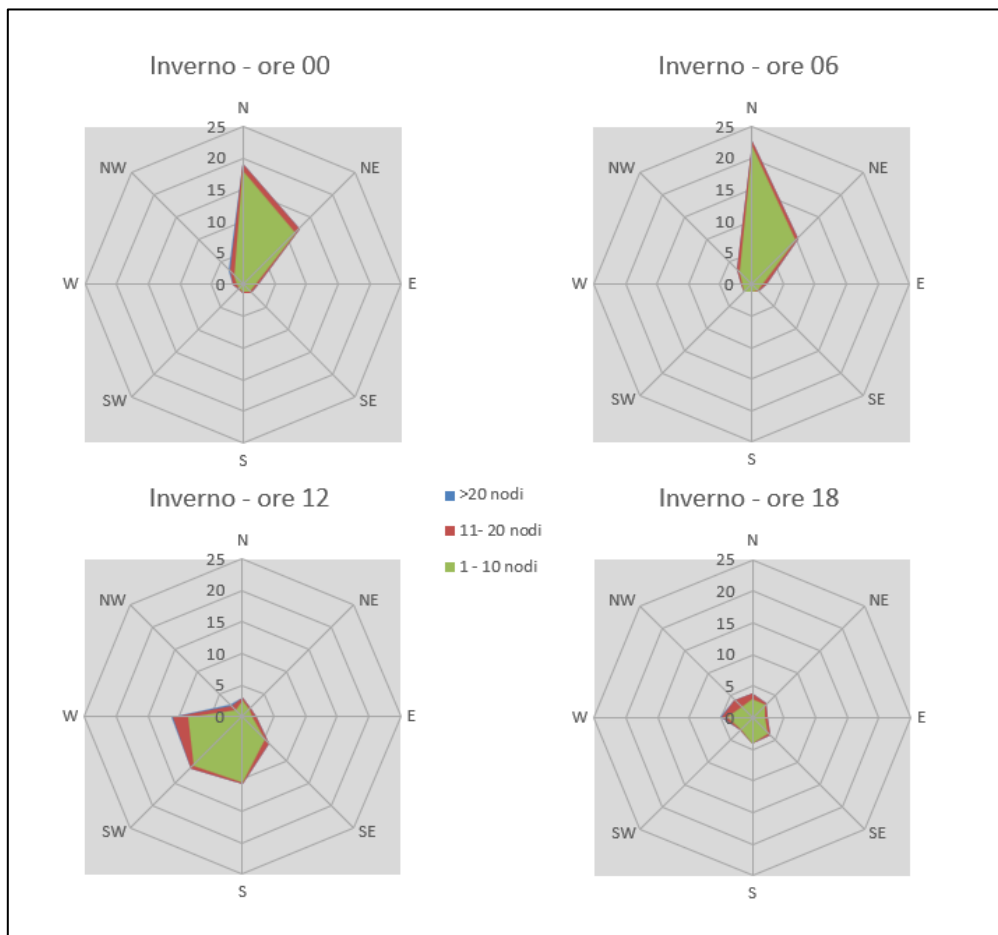


Figura 2-71 Regime anemometrico invernale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di vento con direzione nord nella fascia oraria 00-06, mentre nella fascia 12 -18 i venti spirano principalmente dal

versante meridionale. Relativamente alle velocità, in termini di nodi, questa risulta concentrata principalmente nella prima classe.

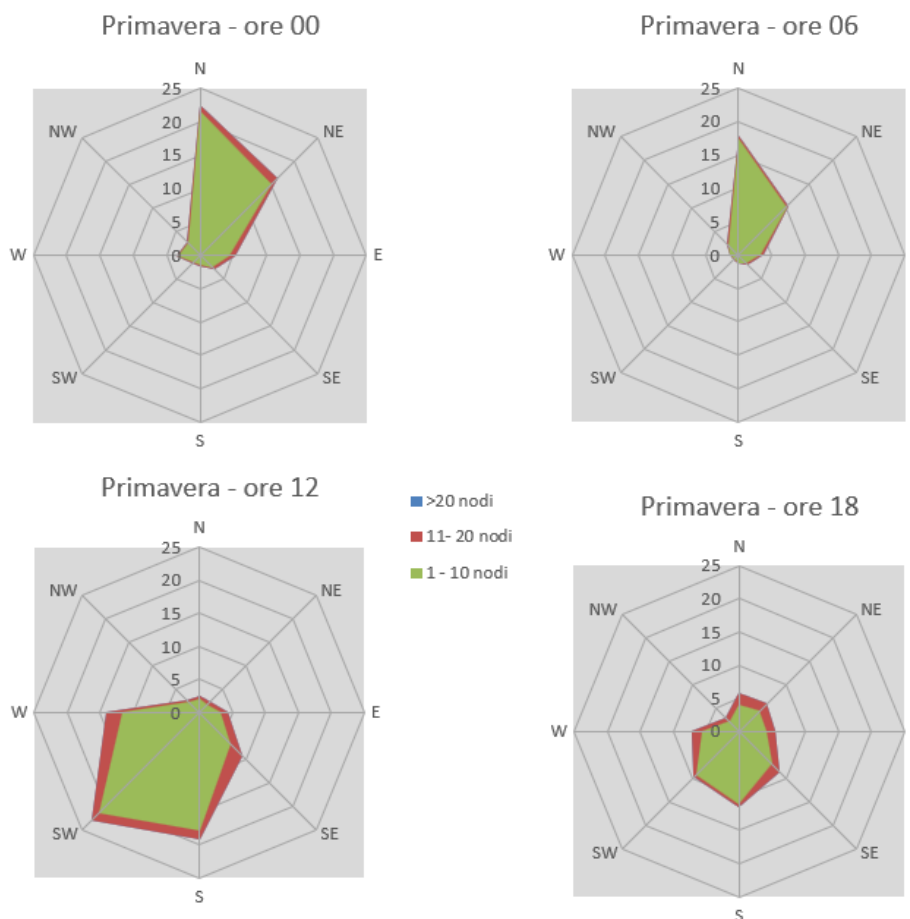


Figura 2-72 Regime anemometrico primaverile nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Analogamente alla stagione invernale, anche per la stagione primaverile le ore diurne sono caratterizzate da venti che spirano principalmente da nord, mentre nelle fasce 12 – 18 si assiste ad una inversione di direzione dei venti, che spirano principalmente dal versante Sud – Sud Ovest. La classe di velocità anemometrica prevalente è sempre quella compresa tra 1 e 10 nodi, raggiungendo valori consistenti per la seconda classe nelle prime ore del pomeriggio.

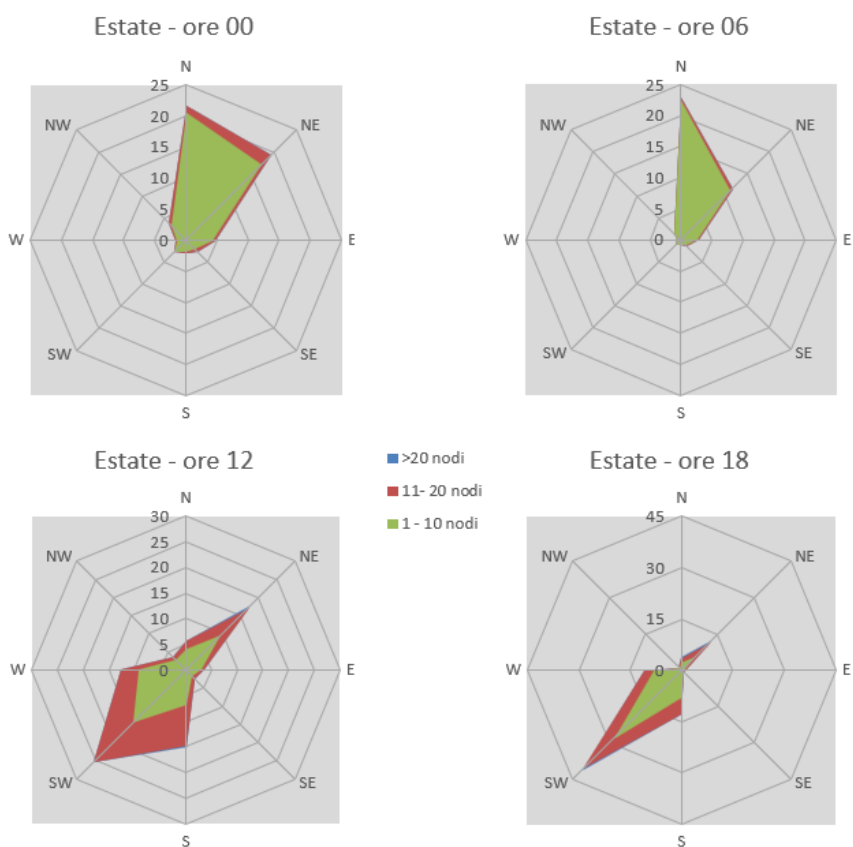


Figura 2-73 Regime anemometrico estivo nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Nel periodo estivo si assiste ad una distribuzione dei venti simile a quella già analizzata per la primavera, con un incremento dei venti spiranti da Sud Ovest nelle ore 12 – 18. In termini di intensità del vento, invece, viene registrata una velocità in nodi minore nella fascia oraria dalle 00 alle 06.

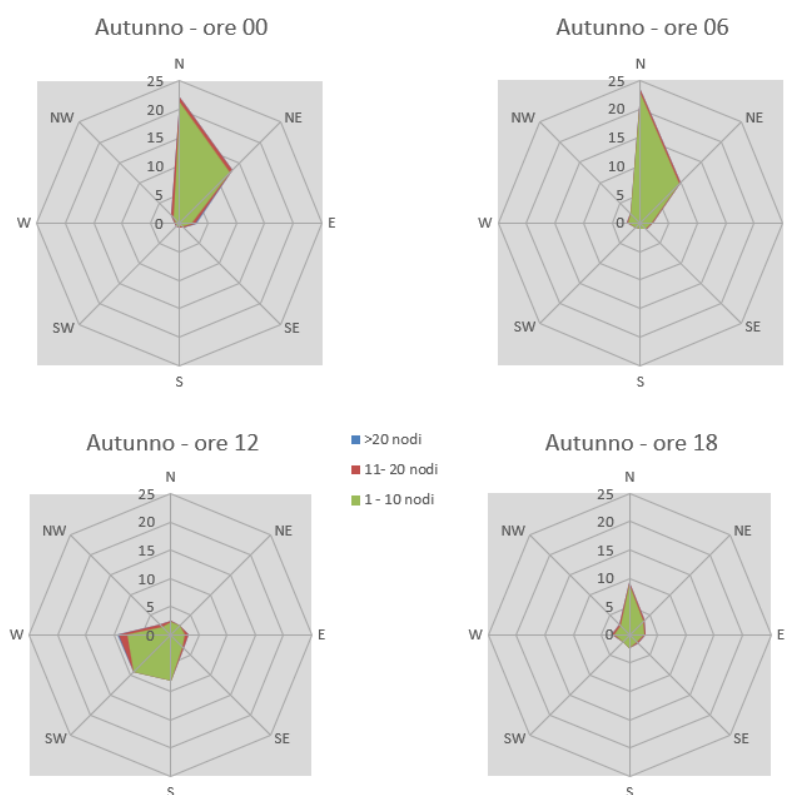


Figura 2-74 Regime anemometrico autunnale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Con riferimento alla stagione autunnale, coerentemente con la stagione invernale, si rilevano come prevalenti la direzione nord con velocità appartenenti alla prima classe.

2.5.3.2 Il dato attuale: bollettino metar anno 2021

Descrizione formato e disponibilità dei dati

I dati meteorologici vengono costantemente rilevati dagli osservatori e dalle stazioni per poi essere aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione sotto forma di bollettini meteorologici da parte dell'Aeronautica Militare.

In particolare, il bollettino METAR, dal quale sono stati ricavati i dati meteorologici dell'area di studio, relativi al 2021, rappresenta un messaggio di osservazione in superficie di tipo aeronautico, che viene emesso ogni mezz'ora oppure ogni ora a seconda del servizio della stazione.

I principali parametri meteorologici utilizzati per le analisi meteo climatiche sono:

- **Temperatura:** la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi [°C] e misurata attraverso termometri posizionati ad un'altezza variabile tra 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato coperto, protetti da precipitazioni e radiazione incidente, mantenendo libera la circolazione dell'aria. In particolare, per il bollettino METAR la temperatura dell'aria è registrata ogni ora o mezz'ora in °C, approssimata al grado intero.
- **Vento:** per il vento vengono adottate differenti unità di misura in base alla componente. Per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, l'unità di misura utilizzata è il nodo (KT che corrisponde a 1.852 km/h) e per la direzione di provenienza il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord). Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto, lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo. In particolare, per il bollettino METAR viene fornita la direzione e l'intensità del vento al suolo; viene, inoltre, indicata anche la raffica, che consiste nella velocità massima del vento riferita allo stesso periodo di 10 minuti, quando questa supera di almeno 10 nodi il valore dell'intensità.
- **Visibilità:** la visibilità orizzontale viene stimata empiricamente dall'operatore attraverso l'osservazione di opportuni riferimenti posti a distanza nota sul giro d'orizzonte.
- **Pressione:** le unità di misura utilizzate sono l'hectoPascal [hPa] e il millibar [mb], che coincidono numericamente. I barometri sono di tipo a colonna di mercurio oppure a capsule aneroidi ed indicano la pressione misurata al livello della stazione. In particolare, per il bollettino METAR viene fornito in hPa il QNH ovvero la pressione ridotta al livello del mare secondo un'atmosfera standard (ICAO).

In riferimento alla stazione considerata, che coerentemente a quella scelta per l'analisi storica, è rappresentata dalla stazione di Bergamo Orio al Serio, i dati a disposizione hanno un intervallo di mezz'ora, per cui per ogni mese vengono registrati circa 1440 dati.

Al fine di poter descrivere compiutamente lo stato attuale, si riportano di seguito le descrizioni dei parametri meteorologici principali per l'anno di riferimento, 2021, per poi successivamente confrontarli con i dati storici e verificarne la coerenza. Qualora la verifica risultasse positiva in termini di coerenza sarà possibile utilizzare i dati meteo attuali (2021) come riferimento per le simulazioni modellistiche.

Regime Termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, come visibile dalla

Figura 2-75, si registrano temperature maggiori nei mesi di luglio e agosto con un massimo di 32 °C.

Nel mese di febbraio si registra invece il minimo assoluto pari a -4 °C. In generale, la media annua è pari a circa 13°C.

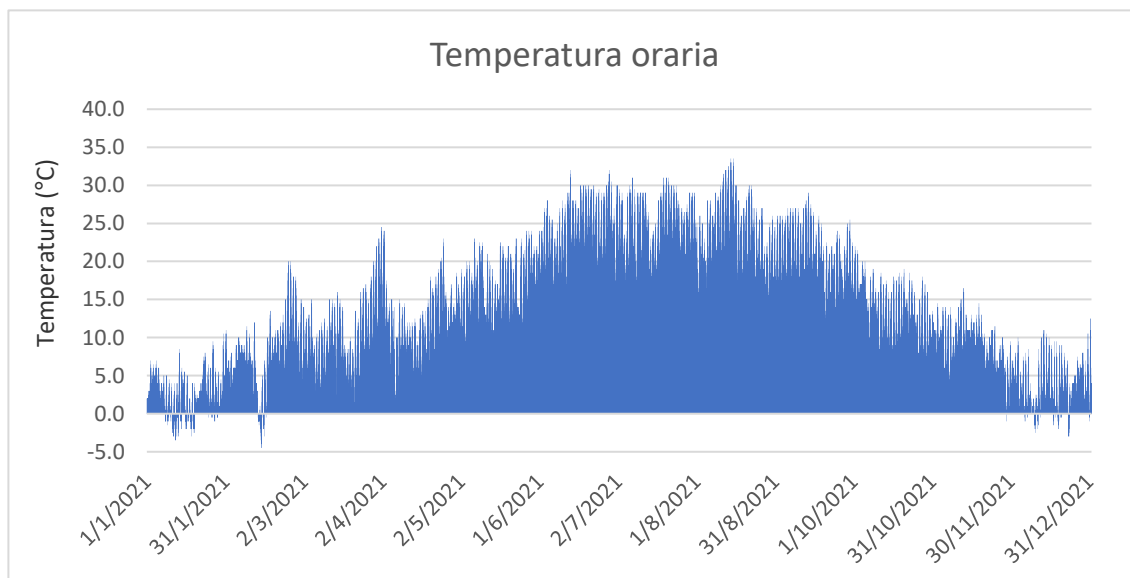


Figura 2-75 Temperatura oraria (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione Bergamo Orio al Serio)

Regime Anemometrico

L'intensità del vento registrata in Figura 2-76 descrive un andamento molto stabile per tutto il corso dell'anno, in cui si registrano prevalentemente velocità inferiori ai 4 m/s. Nel mese di luglio viene raggiunto il massimo, pari a 13,38 m/s, mentre la media annua è di circa 2 m/s.

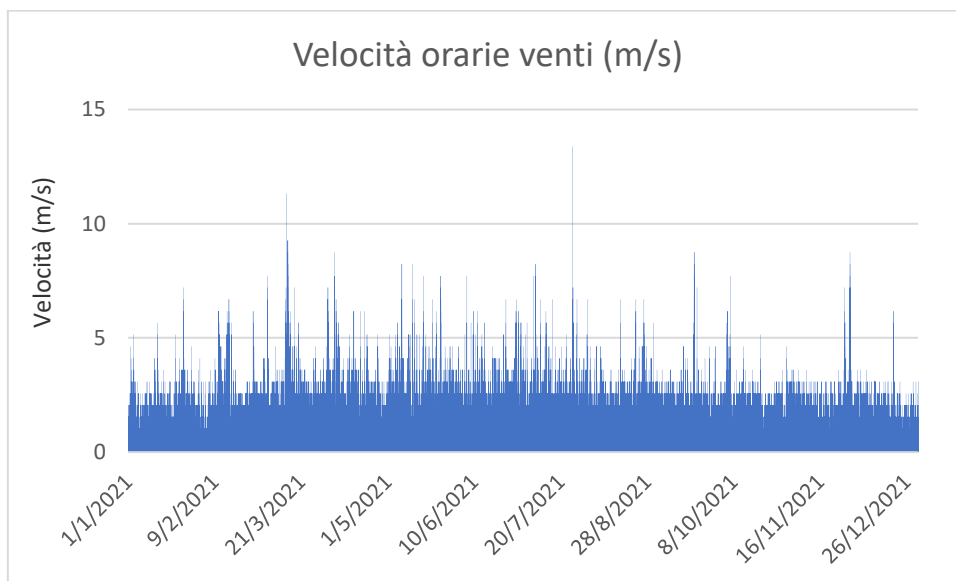


Figura 2-76 Intensità del vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione Bergamo Orio al Serio)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 2-77 si nota come le direzioni prevalenti siano registrate a N e NNE

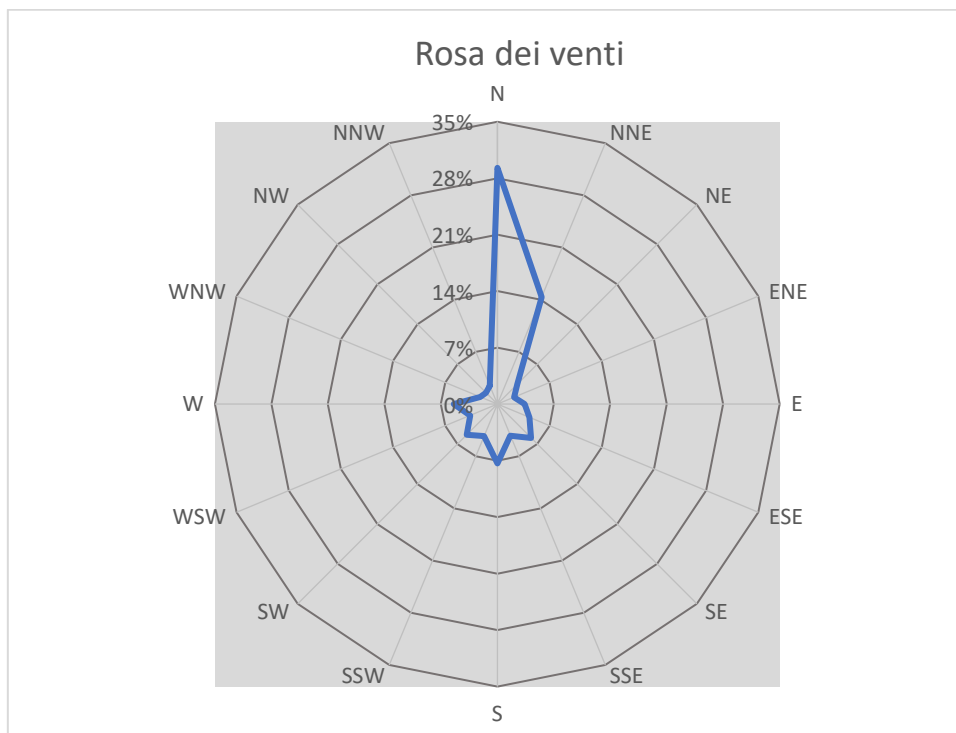


Figura 2-77 Frequenza per direzione di vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione Bergamo Orio al Serio)

Nuvolosità

Il grado di nuvolosità viene calcolato in ottavi, dove, ad esempio, il valore 8 risulta essere quello in cui si ha il più alto grado di copertura. La Tabella 2-43 descrive nel dettaglio tale parametro.

Aspetto del cielo	Descrizione e intensità
Sereno	copertura 0 ottavi
Poco nuvoloso	copertura 1-2 ottavi
Nuvoloso	copertura 3-5 ottavi
Molto nuvoloso	copertura 6-7 ottavi
Coperto	copertura 8 ottavi

Tabella 2-43 Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 2-78, si nota una bassa frequenza di grado di nubi della classe 8, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe 3 o 4 che corrisponde al cielo coperto.

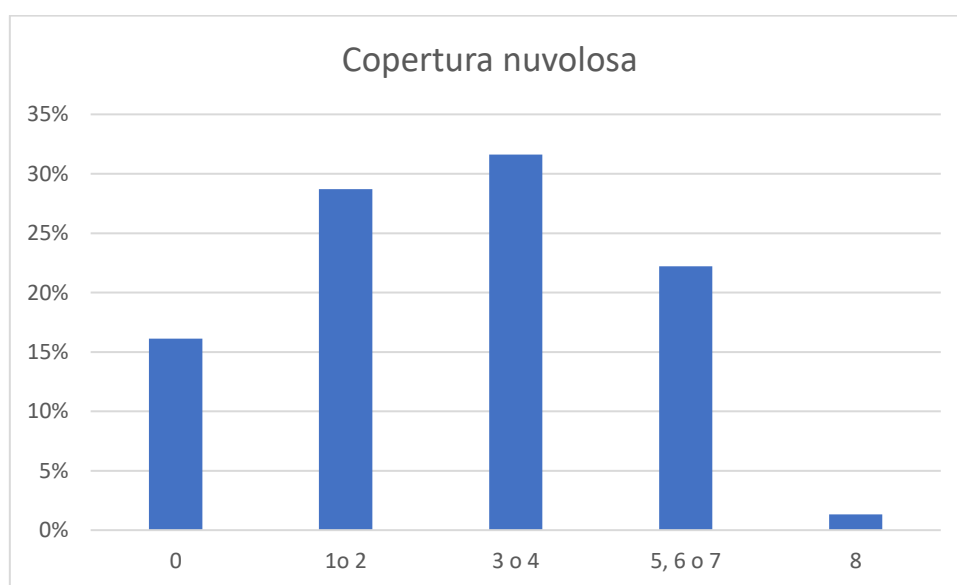


Figura 2-78 Frequenza del grado di nuvolosità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione Bergamo Orio al Serio)

Visibilità

Per quanto riguarda il parametro della frequenza della visibilità, Figura 2-79, si nota come per il 69% delle ore dell'anno la visibilità sia superiore a 8000 m. Con percentuali del 11% e 20% si registra rispettivamente una visibilità inferiore ai 5000 e tra i 5000 e gli 8000 metri.

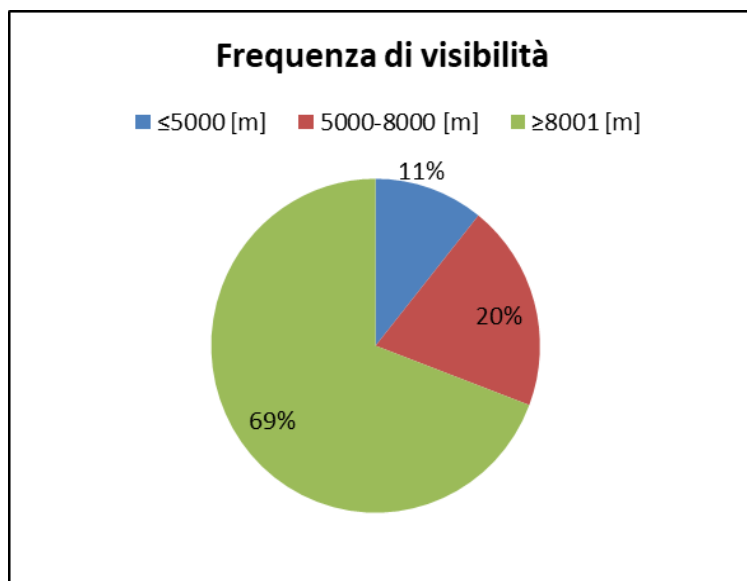


Figura 2-79 Frequenza visibilità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione Bergamo Orio al Serio)

2.5.3.3 Il confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento delle simulazioni

Parametri di confronto

Al fine di validare la simulazione che si andrà a condurre, in relazione all'aspetto meteorologico, è opportuno verificare la bontà del dato attuale assunto con la serie storica analizzata. Ciò che si intende valutare, quindi, è la significatività del dato attuale 2021 rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area in cui è localizzata la stazione meteo, prossima al luogo di intervento.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato meteorologico del 2021 sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outliers" rispetto alle condizioni meteo climatiche medie storiche analizzate nella stessa area. Nello specifico verranno, quindi, di seguito, analizzati e confrontati i principali parametri utilizzati nelle simulazioni modellistiche, quali il regime termico ed il regime anemometrico.

Regime Termico

Per quanto riguarda il Regime Termico il confronto è stato effettuato in primis tra le temperature medie mensili (cfr. Figura 2-80). Tale grafico mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti riferimenti temporali. In particolare, i dati dell'anno di riferimento registrano un lieve incremento medio nell'anno, attribuibile al riscaldamento globale che negli ultimi anni sta interessando sempre di più la Terra.

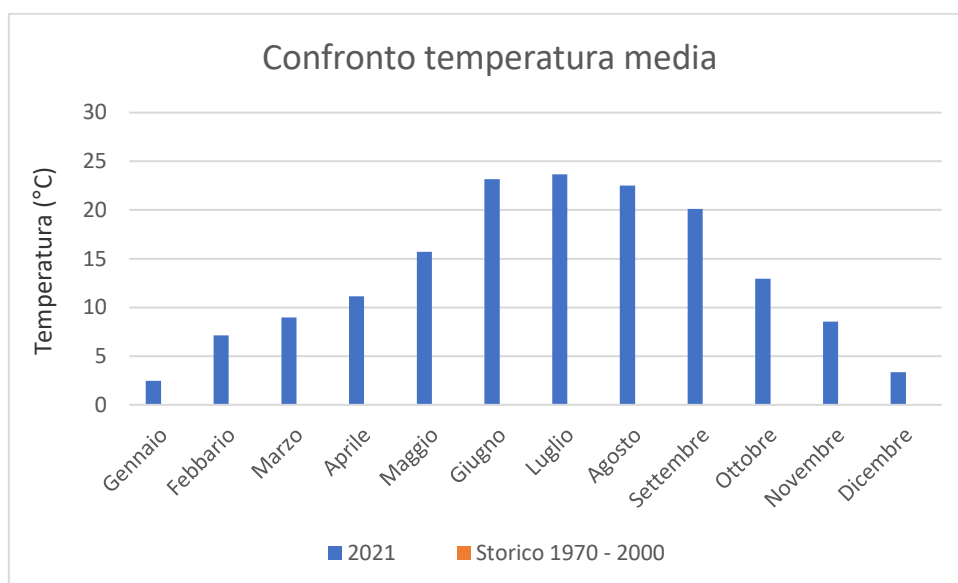


Figura 2-80 Confronto temperatura media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione Bergamo Orio del Serio)

Anche nel confronto della temperatura massima media e minima media (cfr. Figura 2-81 Figura 2-82) tra le tre decadi precedentemente studiate e l'anno di riferimento, il trend rimane analogo. Anche in questo caso, i dati dell'anno di riferimento registrano un incremento medio nell'anno, attribuibile al riscaldamento globale che negli ultimi anni sta interessando sempre di più la Terra e concentrato principalmente nel mese estivo di giugno.

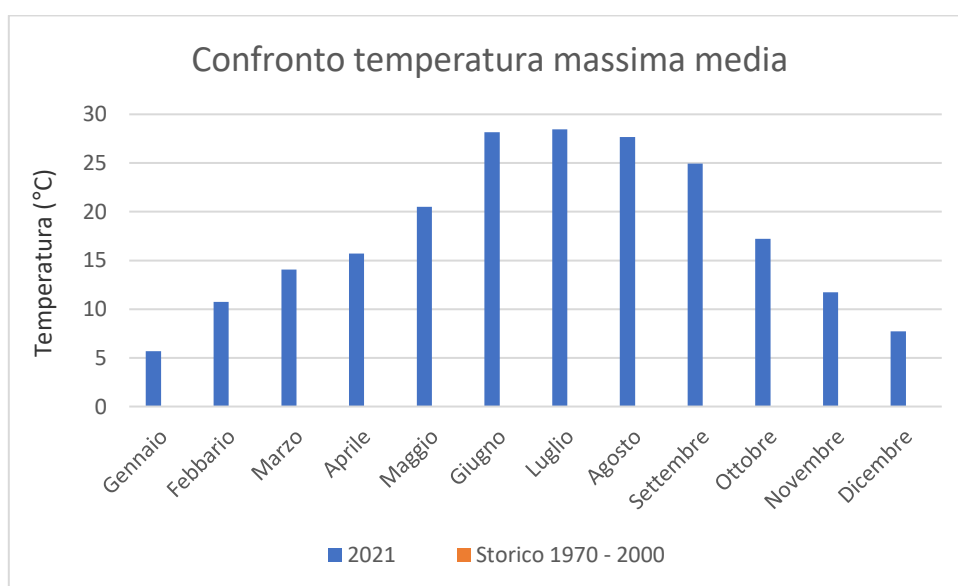


Figura 2-81 Confronto temperatura massima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione Bergamo Orio del Serio)

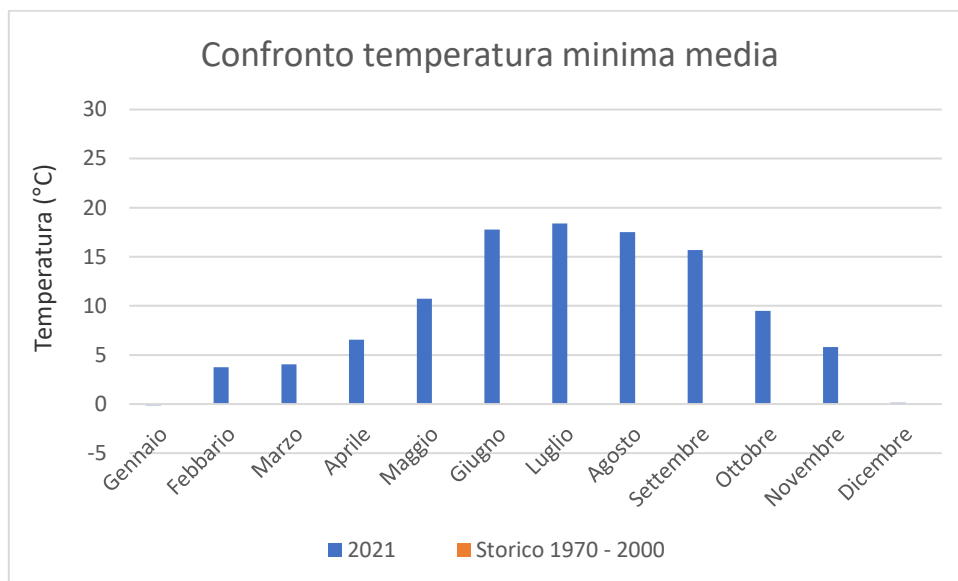


Figura 2-82 Confronto temperatura minima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare- Stazione Bergamo Orio del Serio)

Regime Anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi. Tale analisi, precedentemente effettuata per le tre decadi, è stata ripetuta per l'anno di riferimento in modo tale da poter effettuare un confronto.

I grafici sotto illustrati mostrano tre classi di intensità:

- la prima classe comprende i valori dei nodi compresi tra 1 e 10;
- la seconda i valori tra 11 e 20;
- la terza i valori superiori a 20.

Dalle figure seguenti si può effettuare il confronto tra i dati anemometrici delle tre decadi con i dati relativi all'anno di riferimento, suddivisi per stagioni. In coerenza a quanto visto per il dato storico, la prima stagione analizzata è la stagione invernale.

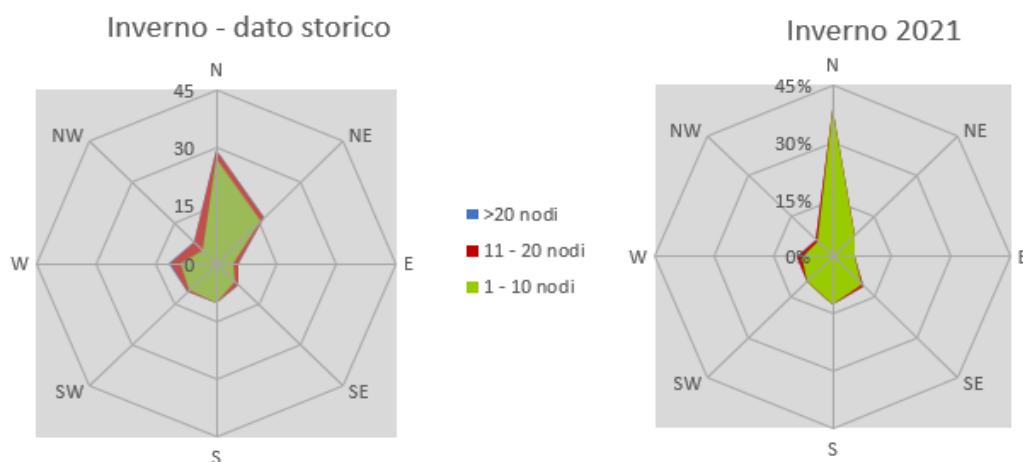


Figura 2-83 Confronto dati anemometrici stagione invernale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare –Stazione Bergamo Orio al Serio)

Dal confronto risulta come la direzioni principali dei venti siano rimaste invariate nell'anno preso in esame. Infatti, la direzione prevalente nella rosa dei venti del 2021 risulta essere la medesima del dato storico, con un aumento della velocità in termini di nodi, oltre ad un aumento della direzione NE. È bene, però, ricordare come le differenze principali possano essere ricondotte ad una differenza nella modalità di registrazione del dato storico, suddiviso in 8 classi di vento per direzione a differenza del dato attuale suddiviso in 16 classi e ricondotto in back analysis ad 8.

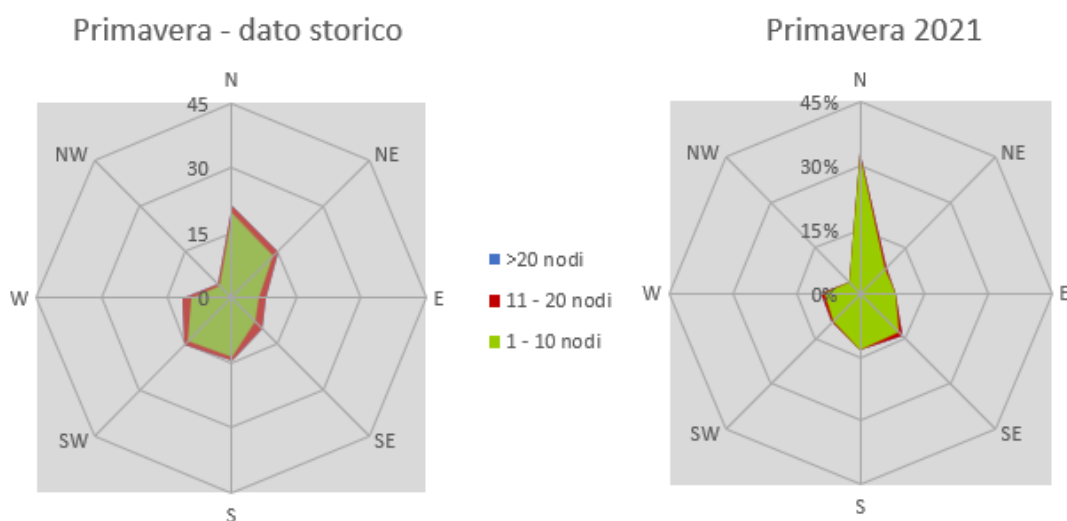


Figura 2-84 Confronto dati anemometrici stagione primaverile (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione Bergamo Orio al Serio)

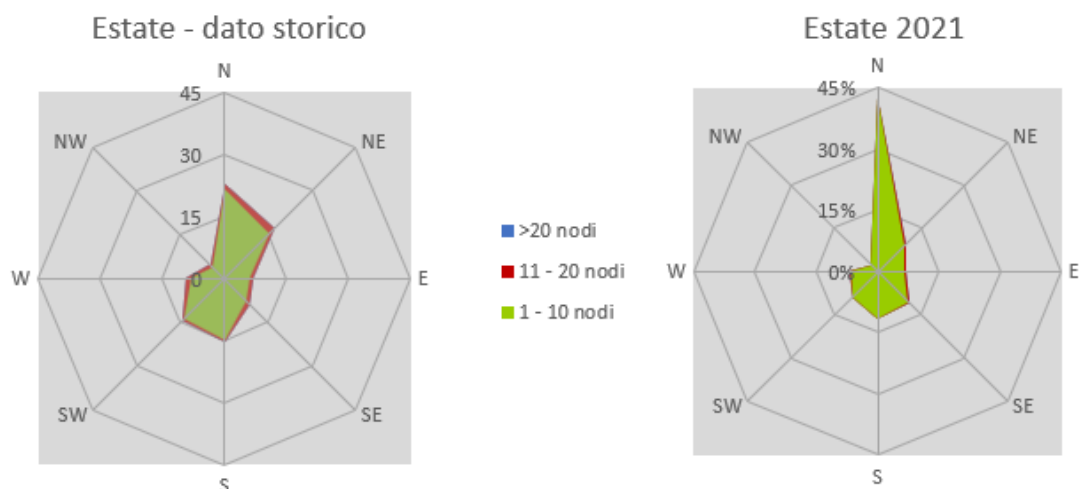


Figura 2-85 Confronto dati anemometrici stagione estiva (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare –Stazione Bergamo Orio al Serio)

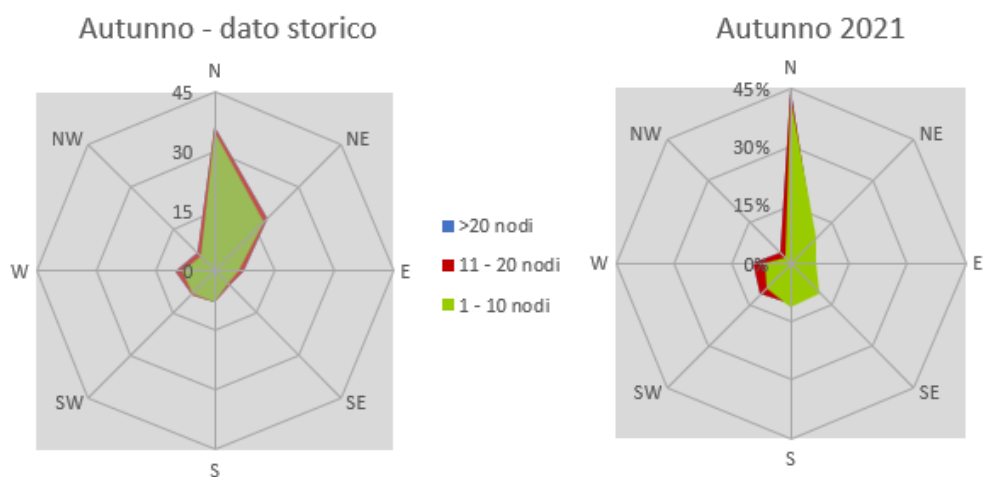


Figura 2-86 Confronto dati anemometrici stagione autunnale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare –Stazione Bergamo Orio al Serio)

2.5.3.4 Conclusioni

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti in relazione all'aspetto meteorologico, è possibile evidenziare in generale, sia in termini anemometrici che termici, una buona corrispondenza del dato attuale relativo al 2021 con i dati provenienti dalle serie storiche fornite dall'Atlante Climatico per la stessa stazione meteo di riferimento.

Pertanto, può essere considerato attendibile l'intervallo di analisi per l'anno 2021, che verrà nel proseguo della trattazione adottato per le simulazioni modellistiche.

2.5.4 Analisi emissiva

2.5.4.1 *Italian Emission Inventory 1990-2019. Informative Inventory Report 2021*

Con riferimento all'Inventario Nazionale delle Emissioni in Atmosfera (INEA) ed in particolare al documento "Italian Emission Inventory 1990-2019. Informative Inventory Report 2021", realizzato dall'ISPRA, è stato possibile delineare il quadro nazionale italiano delle emissioni in atmosfera per il periodo compreso tra il 1990 ed il 2019 relativo ai seguenti inquinanti: ossidi di azoto (NO_x), particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}) e monossido di carbonio (CO). Si riportano di seguito le emissioni prodotte dalle macro - attività considerate nell'Inventario Nazionale.

Emissioni di NO_x [Gq]

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	457,4	344,3	172,6	117,9	81,3	52,4	48,1	45,6	41,6	38,7
Impianti di combustione non industriale	64,2	65,5	64,8	74,9	85,5	86,2	876,5	87,3	86,4	86,3
Combustione industriale	250,5	182,2	153,9	155,3	99,1	60,8	61,1	54,2	53,1	52,7
Processi produttivi	29,9	31,0	9,2	16,0	10,7	9,5	8,5	10,7	10,5	10,5
Uso di solventi e altri prodotti	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Trasporti stradali	996,1	1039,7	777,2	628,8	421,9	327,4	313,3	269,4	266,6	252,7
Altre fonti mobili e macchine	261,5	258,5	260,1	233,0	183,1	129,9	127,3	124,6	129,1	134,6
Trattamento e smaltimento rifiuti	2,9	3,1	2,6	2,9	2,6	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3
Agricoltura	62,0	64,5	63,7	60,0	49,8	49,8	52,1	51,5	49,4	48,7
TOTALE	2124,7	1988,9	1504,4	1289,0	934,2	718,6	699,4	645,8	639,1	626,7

Tabella 2-44 Emissioni nazionali di NO_x (fonte: "Italian Emission Inventory 1990-2019. Informative Inventory Report 2021" - ISPRA)

Emissioni di PM₁₀ [Gq]:

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	44,8	39,8	18,6	5,9	2,8	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
Impianti di combustione non industriale	67,8	71,2	68,6	68,6	123,1	106,8	103,4	113,0	95,1	94,0

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Combustione industriale	27,6	25,1	18,6	17,9	12,4	7,7	7,9	7,8	8,0	7,4
Processi produttivi	23,5	23,0	20,2	21,6	17,2	12,3	12,2	12,3	12,4	12,5
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	0,7	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3
Uso di solventi e altri prodotti	2,8	2,8	3,8	3,8	3,4	2,6	2,3	2,3	2,3	2,2
Trasporti stradali	58,7	57,6	52,6	46,3	33,3	24,4	22,8	20,9	20,4	20,0
Altre fonti mobili e macchine	31,6	32,1	30,5	25,1	15,9	10,0	9,6	9,0	9,0	9,2
Trattamento e smaltimento rifiuti	2,7	3,0	2,9	3,1	2,9	3,0	3,2	3,1	2,9	2,9
Agricoltura	32,7	33,2	32,1	29,6	22,6	22,7	23,3	22,9	22,9	22,9
TOTALE	292,9	288,0	248,1	222,6	234,4	191,2	186,2	192,7	174,3	172,0

Tabella 2-45 Emissioni nazionali di PM10 (fonte: "Italian Emission Inventory 1990-2019. Informative Inventory Report 2021" - ISPRA)

Emissioni di PM_{2,5} [Gg]:

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	30,1	27,8	12,7	3,7	1,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
Impianti di combustione non industriale	66,9	70,6	67,9	67,9	121,8	105,6	102,2	111,7	94,0	92,8
Combustione industriale	19,9	18,3	14,0	13,6	9,8	6,3	6,4	6,4	6,6	6,2
Processi produttivi	13,5	13,0	10,9	11,5	9,4	6,8	6,9	6,9	6,9	6,7
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Uso di solventi e altri prodotti	2,7	2,7	3,3	3,2	2,9	2,3	2,1	2,1	2,1	2,0
Trasporti stradali	53,3	51,5	46,0	39,3	26,8	18,1	16,8	15,3	14,6	14,1
Altre fonti mobili e macchine	31,5	32,0	30,4	25,0	15,9	9,9	9,6	9,0	9,0	9,1

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Trattamento e smaltimento rifiuti	2,4	2,6	2,5	2,7	2,5	2,6	2,8	2,7	2,6	2,5
Agricoltura	7,0	6,9	6,8	6,4	5,2	5,3	5,6	5,3	5,3	5,3
TOTALE	227,5	225,4	194,7	173,4	196,2	157,8	153,1	160,1	141,5	139,3

Tabella 2-46 Emissioni nazionali di PM2.5 (Fonte: "Italian Emission Inventory 1990-2019. Informative Inventory Report 2021" - ISPRA)

Emissioni di CO [Gq]:

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	58,9	54,1	54,4	53,9	34,5	39,9	44,0	44,5	39,6	38,6
Impianti di combustione non industriale	795,1	894,0	913,1	930,4	1664,9	1395,4	1352,7	1475,5	1289,1	1267,8
Combustione industriale	305,6	410,9	314,9	326,0	233,6	92,8	100,8	81,9	80,8	110,0
Processi produttivi	223,7	139,8	129,2	143,6	105,0	63,6	68,6	71,8	70,8	69,6
Uso di solventi e altri prodotti	5,1	5,1	5,7	5,3	5,1	4,4	4,3	4,3	4,2	4,0
Trasporti stradali	4874,5	5106,1	2973,8	1681,2	776,3	479,0	430,4	402,6	384,9	386,5
Altre fonti mobili e macchine	480,5	402,5	302,9	263,4	193,9	135,9	131,7	122,5	126,3	129,8
Trattamento e smaltimento rifiuti	40,7	46,9	45,4	50,5	47,2	47,0	48,9	46,0	44,3	44,0
Agricoltura	12,5	12,2	12,1	13,1	12,5	12,7	13,6	12,4	12,2	12,0
TOTALE	6796,5	7071,6	4751,1	3467,4	3072,9	2270,7	2195,1	2261,3	2052,2	2062,2

Tabella 2-47 Emissioni nazionali di CO (Fonte: "Italian Emission Inventory 1990-2019. Informative Inventory Report 2021" - ISPRA)

2.5.4.2 *INventario Emissioni Aria. Anno 2019*

Per quanto riguarda l'analisi emissiva a livello regionale, è stato consultato il documento "INventario delle Emissioni in ARia" della Regione Lombardia (INEMAR). L'analisi emissiva è stata condotta sull'ultimo anno di riferimento disponibile, ovvero il 2019, da cui si evince che le principali fonti emissive sono rappresentate dal macrosettore "Trasporti stradali" per il monossido di carbonio e l'NO_x e dai processi di Combustione non industriale per il particolato e il monossido di carbonio.

Relativamente agli inquinanti presi come riferimento nell'analisi della componente Atmosfera, ossia

il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NO_x) e il particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}), si riportano di seguito le emissioni prodotte nella regione Lombardia distinte in funzione del settore e del relativo combustibile.

Regione Lombardia – Emissioni INEMAR 2019

Settore	Inquinanti [t/anno]			
	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}
Produzione energia e trasform. combustibili	5.667	7.852	162	159
Combustione non industriale	50.402	10.172	6.108	5.962
Combustione nell'industria	10.934	16.471	1.144	953
Processi produttivi	31.153	1.582	597	350
Estrazione e distribuzione combustibili				
Uso di solventi	33	80	747	653
Trasporto su strada	50.414	46.467	3.208	2.199
Altre sorgenti mobili e macchinari	4.837	12.707	580	579
Trattamento e smaltimento rifiuti	1.219	2.904	44	43
Agricoltura	2.114	817	979	503
Altre sorgenti e assorbimenti	5.250	183	926	722
Totale	162.022	99.234	14.496	12.122

Tabella 2-48 Emissioni Regione Lombardia nel 2019 (Fonte: INEMAR 2019)

Regione Lombardia – Emissioni INEMAR 2019

Settore	Inquinanti [t/anno]			
	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}
Produzione energia e trasform. combustibili	3.50%	7.91%	1.12%	1.31%
Combustione non industriale	31.11%	10.25%	42.13%	49.18%
Combustione nell'industria	6.75%	16.60%	7.89%	7.86%
Processi produttivi	19.23%	1.59%	4.12%	2.89%
Estrazione e distribuzione combustibili	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Uso di solventi	0.02%	0.08%	5.15%	5.38%
Trasporto su strada	31.12%	46.83%	22.13%	18.14%
Altre sorgenti mobili e macchinari	2.99%	12.80%	4.00%	4.78%
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.75%	2.93%	0.31%	0.36%
Agricoltura	1.30%	0.82%	6.75%	4.15%
Altre sorgenti e assorbimenti	3.24%	0.18%	6.39%	5.96%
Totale	100%	100%	100%	100%

Tabella 2-49 Distribuzioni percentuali delle emissioni Regione Lombardia 2017 (Fonte: INEMAR 2019)

Sempre in riferimento al sopracitato documento, è stato poi possibile effettuare, per ciascun inquinante, il contributo emissivo di ogni provincia rispetto alle emissioni totali contabilizzate su scala regionale.

Con specifico riferimento alla provincia di Lecco, area in cui ricade l'opera oggetto del suddetto Studio di Impatto Ambientale, si evince che il relativo contributo emissivo, rispetto alle emissioni contabilizzate a livello regionale, è di circa il 3,5% per entrambe le classi di particolato, mentre risulta essere di poco inferiore al 3% rispetto alle emissioni di NO_x e CO.

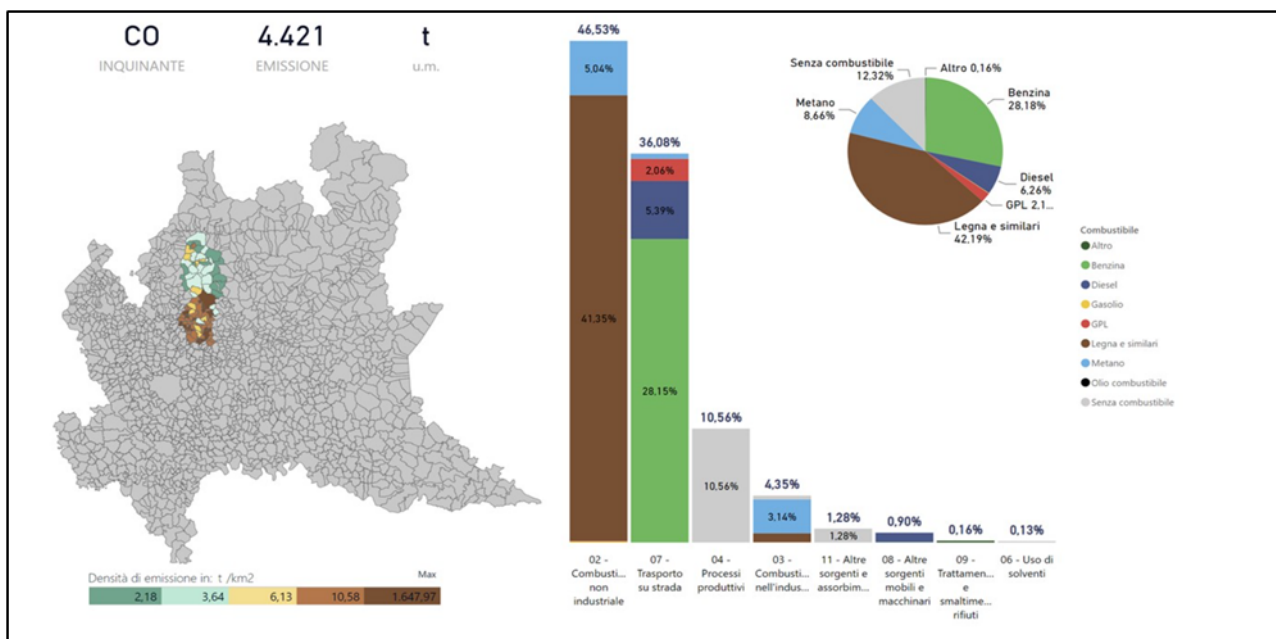


Figura 2-87 Ripartizione delle emissioni di CO per la provincia di Lecco, Anno 2019 (fonte: INEMAR 2019)

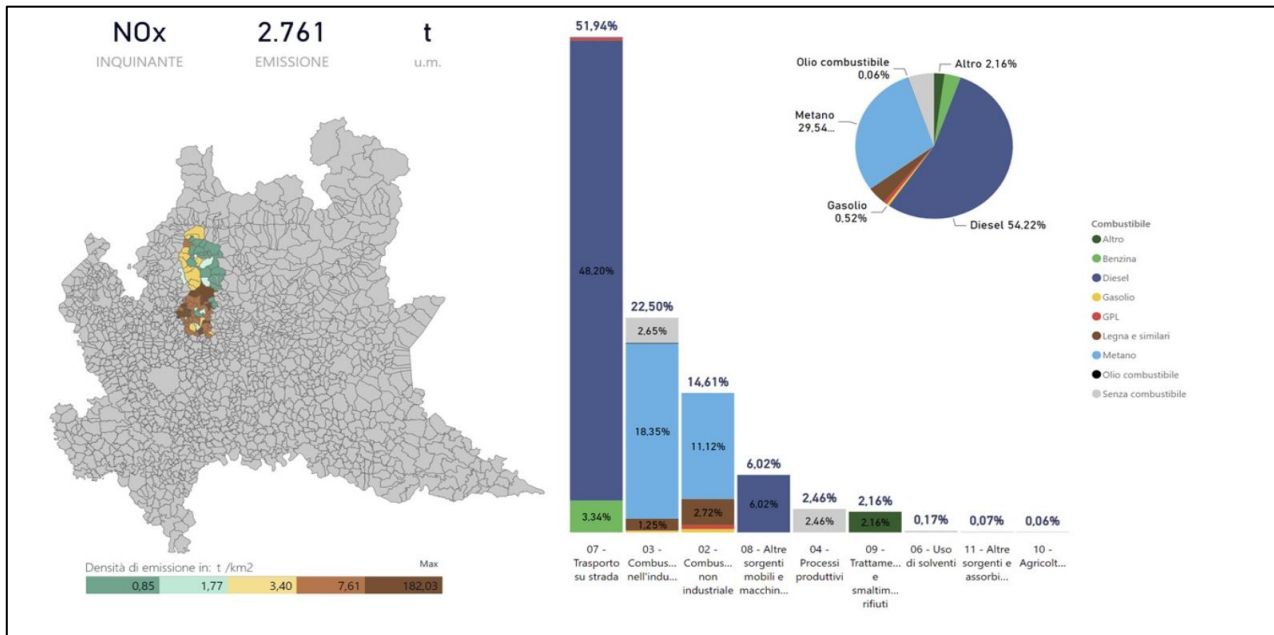


Figura 2-88 Ripartizione delle emissioni di NO_x per la provincia di Lecco, Anno 2019 (fonte:INEMAR 2019)

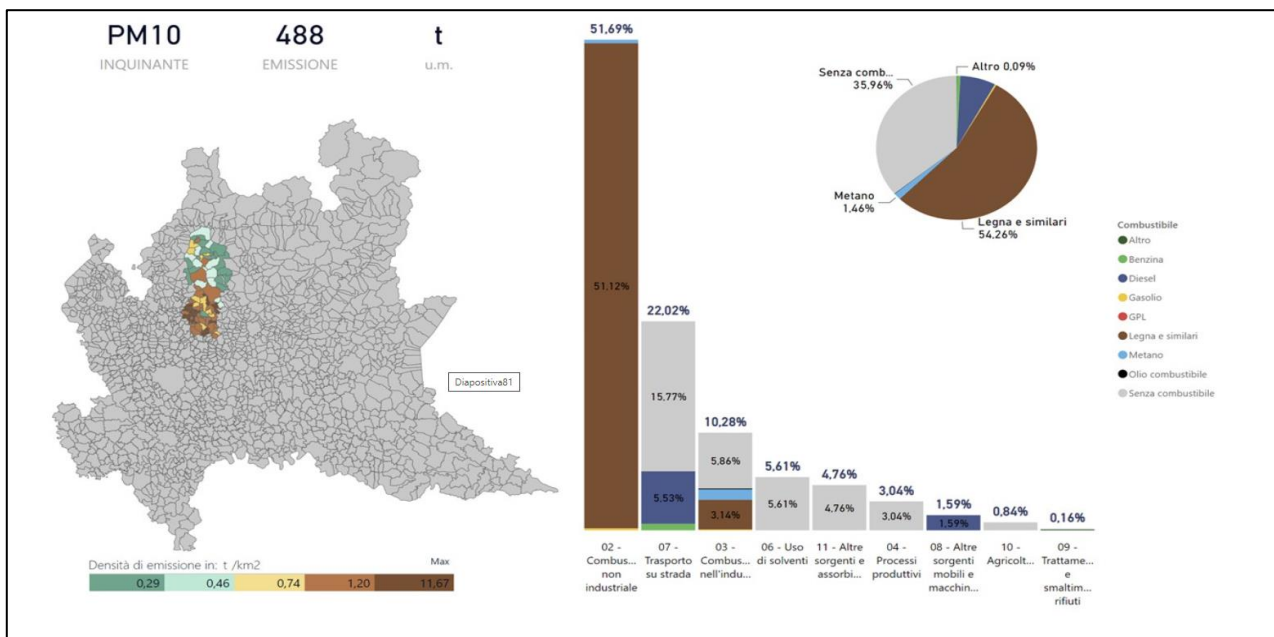


Figura 2-89 Ripartizione delle emissioni di PM₁₀ per la provincia di Lecco, Anno 2019 (fonte: INEMAR 2019)

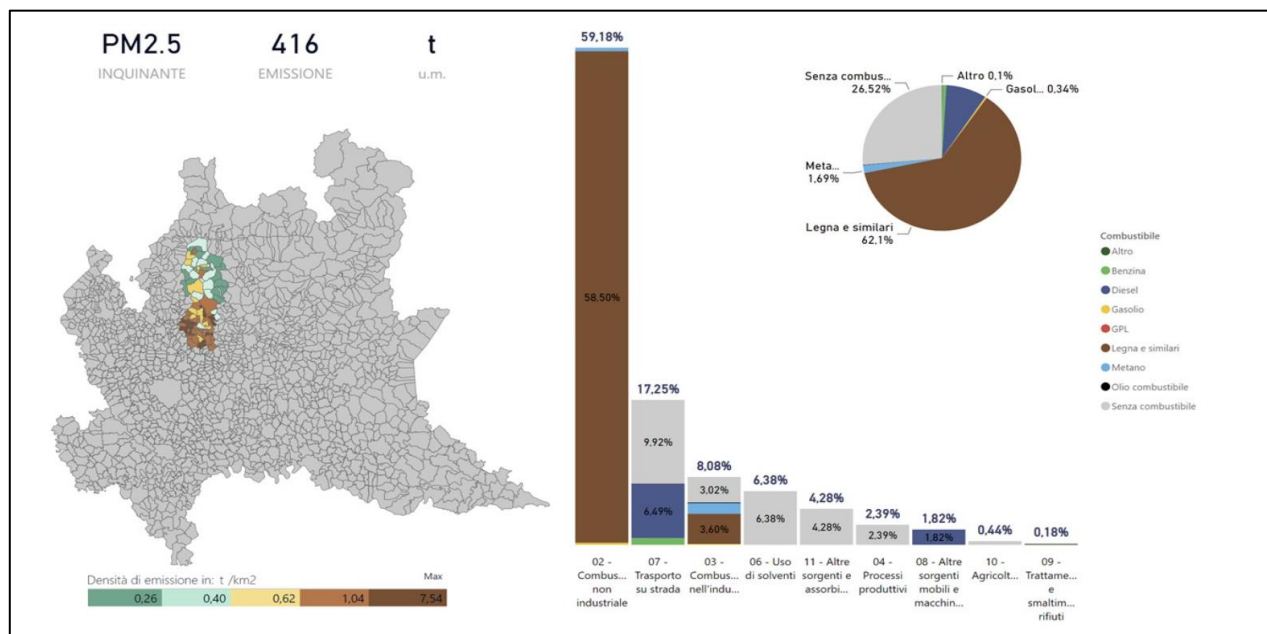


Figura 2-90 Ripartizione delle emissioni di PM_{2,5} per la provincia di Lecco, Anno 2019 (fonte:INEMAR 2019)

2.5.5 Analisi dello stato della qualità dell'aria

2.5.5.1 *La pianificazione della qualità dell'aria*

Il "*Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria*" (PRIA) è stato approvato nel 2013 (con DGR n. 593 del 6/9/2013) ed è stato sottoposto a Valutazione Ambientale Strategica (VAS) conformemente a quanto previsto dalla norma. Con la DGR n. 6438/2017 è stato avviato il procedimento di aggiornamento del Piano, volto alla individuazione e alla attuazione di misure per la riduzione delle emissioni in atmosfera con il conseguente miglioramento dello stato della qualità dell'aria attraverso una maggiore specificazione delle azioni e un rilancio delle iniziative di medio e lungo periodo già previste dal vigente PRIA, oltreché ad un rafforzamento dell'azione complessiva negli ambiti di intervento già valutati nella procedura di VAS svolta nell'ambito del procedimento di approvazione del PRIA.

Tale aggiornamento è stato approvato nel 2018 e riconferma gli obiettivi del PRIA 2013, consistenti nel rientrare nei valori limite di qualità dell'aria nel più breve tempo possibile nelle zone di superamento degli inquinanti e nel preservare da peggioramenti le zone di rispetto. L'aggiornamento di Piano rappresenta dunque la risposta concreta di proseguimento dell'azione regionale nell'ambito delle procedure di infrazione aperte dalla Commissione europea nei confronti dello Stato italiano per il non rispetto dei valori limite per NO₂ (procedura 2015/2043) e PM₁₀ (procedura 2014/2147).

L'aggiornamento del Piano, come peraltro il PRIA del 2013, è caratterizzato inoltre, per la natura stessa del fenomeno dell'inquinamento atmosferico, da una forte trasversalità e sinergia con altri strumenti di pianificazione e programmazione settoriale, ed è dunque stato realizzato in stretta

collaborazione con le strutture regionali competenti per i diversi settori, che hanno contribuito a delineare e aggiornare le misure qui presentate.

I macrosettori di intervento individuati dal PRIA sono "trasporti su strada e mobilità", "sorgenti stazionarie e uso razionale dell'energia", "attività agricole e forestali" e sono riconfermati nell'aggiornamento del Piano.

Il sistema di monitoraggio del Piano viene riconfermato nella sua articolazione già definita dal PRIA 2013 sui tre livelli previsti:

- di realizzazione, riferito a quanto posto in essere attraverso l'attuazione delle misure di intervento;
- di risultato, riferito agli effetti che possono essere attribuiti all'attuazione delle misure in termini di stima della riduzione delle emissioni dei diversi inquinanti in atmosfera;
- di impatto, riferito all'evoluzione dei parametri di qualità dell'aria.

In attuazione di quanto previsto dalla direttiva europea 2008/50/CE il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa) ha stabilito la necessità di suddividere il territorio in zone e agglomerati sui quali svolgere l'attività di misura e poter valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite. L'articolo 1, comma 4, del d.lgs. 155/2010, definisce, infatti, la zonizzazione del territorio "il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente", le cui modalità di svolgimento sono individuate sulla base della classificazione delle zone medesime. La valutazione della qualità dell'aria è, a sua volta, "il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti" dal decreto per i vari inquinanti; in caso di superamento devono essere adottati piani che agiscano sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree di superamento.

Ai fini dell'aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale sono stati analizzati i seguenti fattori:

- le caratteristiche orografiche e meteo - climatiche del territorio;
- la densità abitativa, propedeutica all'individuazione degli agglomerati;
- la distribuzione territoriale dei principali inquinanti in emissione.

Con la delibera di Giunta regionale n. 2605 del 30 novembre 2011 Regione Lombardia ha messo in atto tale disposizione approvando la nuova zonizzazione e revocando la precedente (d.G.R n. 5290 del 2007 e s.m.i). Tale zonizzazione è poi rimasta invariata negli anni successivi.

Pertanto, la ripartizione del territorio regionale nelle seguenti zone e agglomerati:

- Agglomerato di Bergamo;
- Agglomerato di Brescia;
- Agglomerato di Milano;
- Zona A - pianura ad elevata urbanizzazione;
- Zona B – pianura;

- Zona C – montagna;
- Zona D – fondovalle.

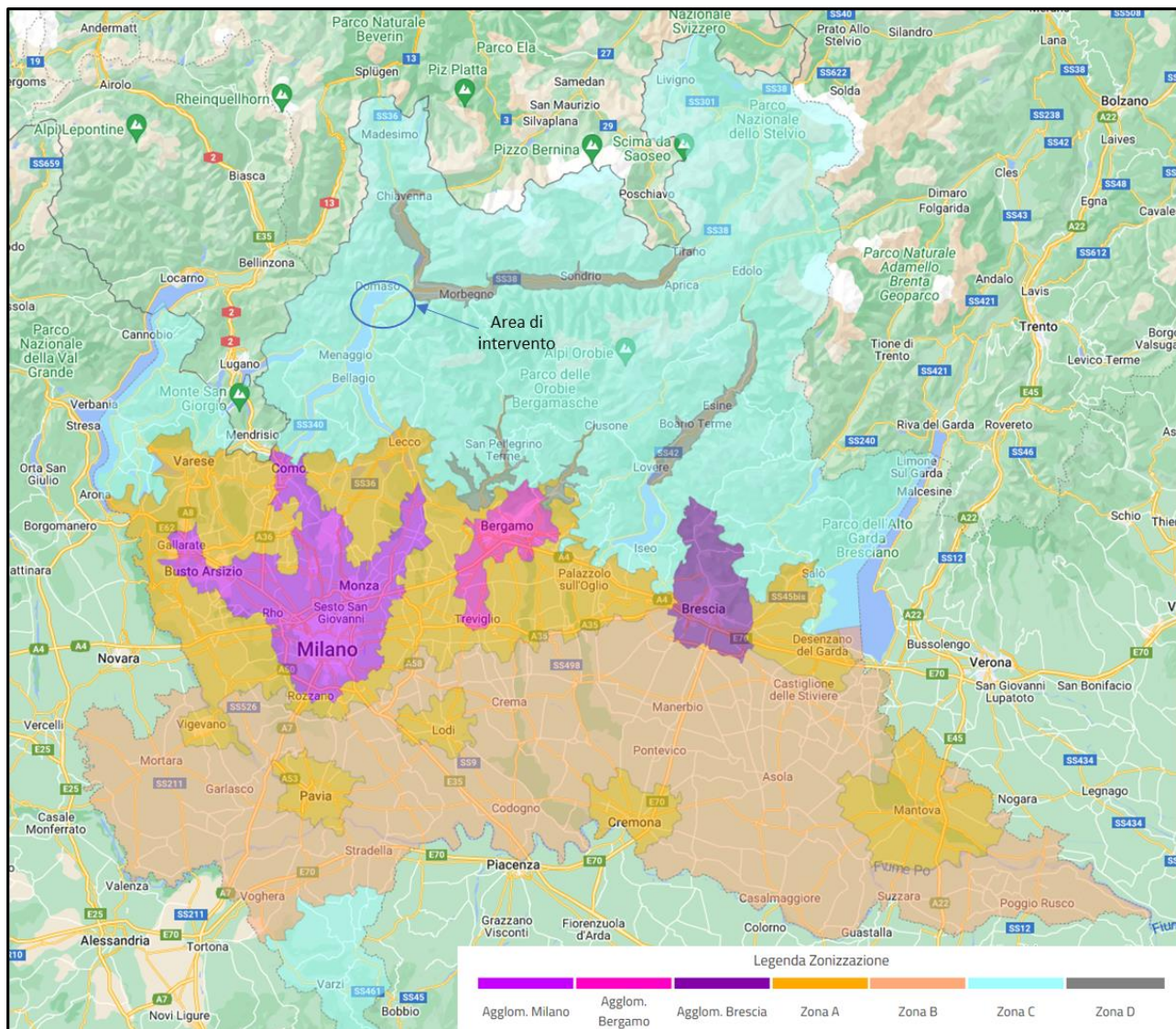


Figura 2-91 Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2017)

Tale ripartizione vale per tutti gli inquinanti monitorati ai fini della valutazione della qualità dell'aria, mentre per l'ozono vale l'ulteriore suddivisione della zona C in:

- Zona C1 - area prealpina e appenninica;
- Zona C2 - area alpina.

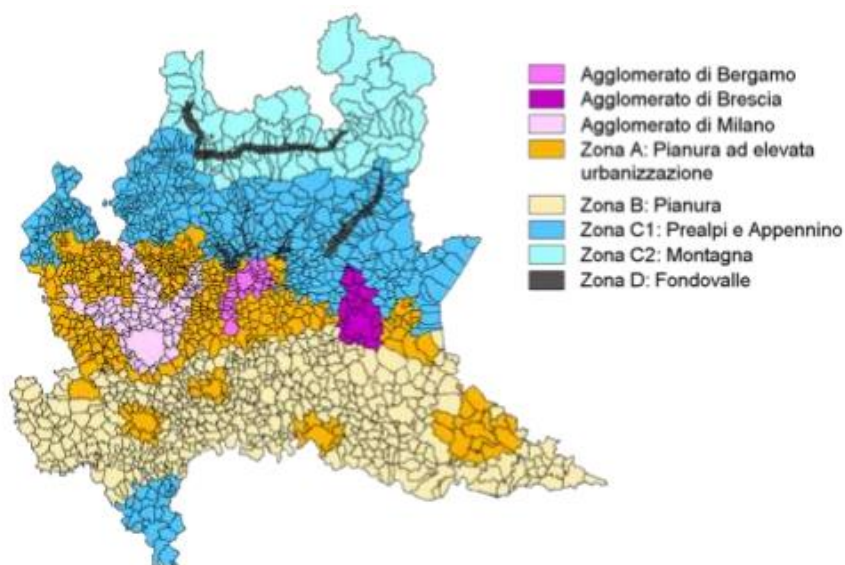


Figura 2-92: Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11 (Valutazione Ozono) (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell’Aria – Anno 2017)

Più nel dettaglio, la Provincia di Sondrio racchiude in sé più zone omogenee, quali la zona Zona A, la Zona C2, e la zona D. Nella più ristretta area d’intervento, invece, si può ritenere rappresentativa la “Zona D - Fondovalle”.

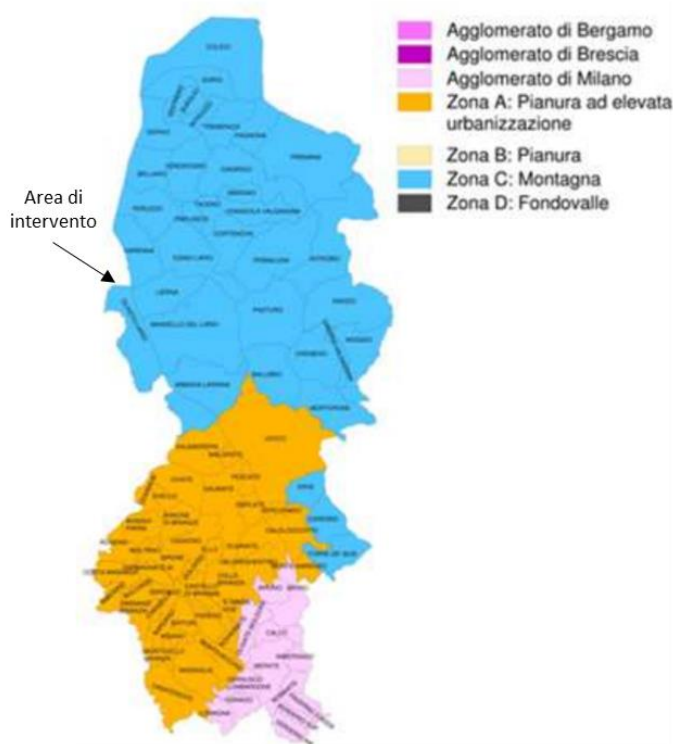


Figura 2-93: Zonizzazione ai sensi della D.G.R. n° 2605/11 della Provincia di Sondrio (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell’Aria – Anno 2017)

Considerato che le elevate concentrazioni di PM₁₀ sono prodotte principalmente dalle sorgenti legate al traffico veicolare, si specifica come con il nuovo aggiornamento del PRIA nel 2018 sono state inserite le nuove limitazioni ai veicoli inquinanti, attive dal 1° ottobre 2018. Il PRIA, infatti, individua l'anno 2025 quale data per il possibile rientro di tutti gli inquinanti monitorati, conseguentemente all'attuazione delle misure di Piano individuate.

Relativamente a tali misure, sono in vigore in Lombardia i provvedimenti di limitazione della circolazione per i veicoli più inquinanti e oltre a queste limitazioni strutturali e permanenti si aggiungono le misure temporanee a livello locale previste al verificarsi di episodi di accumulo del livello di PM₁₀ in atmosfera.

In accompagnamento alle limitazioni è stata approvata con d.G.R. n. 499/18 la misura di incentivazione alla sostituzione dei veicoli commerciali più inquinanti rivolta alle micro, piccole e medie imprese lombarde, attuata con il decreto n. 13405/18 che ha approvato il bando "Rinnova veicoli" attivo dal 16 ottobre 2018.

2.5.5.2 La rete di monitoraggio

Facendo riferimento a quanto esplicitato all'interno del "*Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria*" (PRIA), approvato nel 2013 (con DGR n. 593 del 6/9/2013) ed aggiornato nel 2018, la rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria in Lombardia è attualmente composta da 85 stazioni fisse, (tra stazioni pubbliche e stazioni private, queste ultime afferenti a grandi impianti industriali quali centrali termoelettriche, raffinerie, inceneritori) che, per mezzo di analizzatori automatici, forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente con cadenza oraria).

Gli inquinanti monitorati sono: SO₂, NO_x, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}, Metalli e Benzene.

Il D.Lgs. 155/2010 (art. 5) prevede che le regioni e le province autonome predispongano un programma per la misura della qualità dell'aria con stazioni fisse coerente con le disposizioni introdotte dal decreto stesso. Il numero delle stazioni di misurazione previste dal programma di valutazione deve essere individuato nel rispetto dei canoni di efficienza, efficacia ed economicità. I punti di misura ove sono misurati o campionati i principali inquinanti, possono essere descritti in relazione alla loro collocazione per tipo di zona (urbana/ suburbana/rurale) o per tipo di stazione (traffico/fondo/ industriale). Più in dettaglio le stazioni di traffico sono collocate in posizione tale da misurare prevalentemente gli inquinanti provenienti da emissioni veicolari; le stazioni di fondo rilevano livelli di inquinamento non direttamente influenzati da singole sorgenti ma riferibili al loro contributo integrato, mentre quelle industriali rilevano l'eventuale contributo connesso alle limitrofe attività produttive.

Diverso è il contesto ambientale (urbano, industriale, da traffico, rurale, etc.) nel quale è attivo il monitoraggio e diversa è la tipologia di inquinanti che è necessario rilevare. Di conseguenza, non tutte le stazioni sono dotate della medesima strumentazione analitica.

Inquinanti monitorati	CO	SO ₂	NO _x	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	Benzene
Postazioni di misura pdv	29	28	83	46	64	30	23

Tabella 2-50: Inquinanti rilevati in continuo dalla Rete regionale di rilevamento della Qualità (Fonte: "Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria" (PRIA)-2018)

I dati forniti dalle stazioni fisse vengono integrati con quelli rilevati durante campagne di misura temporanee, effettuate mediante l'ausilio di 8 laboratori mobili e campionatori per il rilevamento del particolato fine, oltre che altra strumentazione avanzata quale, a esempio, Contatori Ottici di Particelle e analizzatori di Black Carbon. Inoltre, dal 2009 in Lombardia sono attivi 14 siti per la determinazione di B(a)P e metalli.

Le postazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa e della tipologia di territorio.

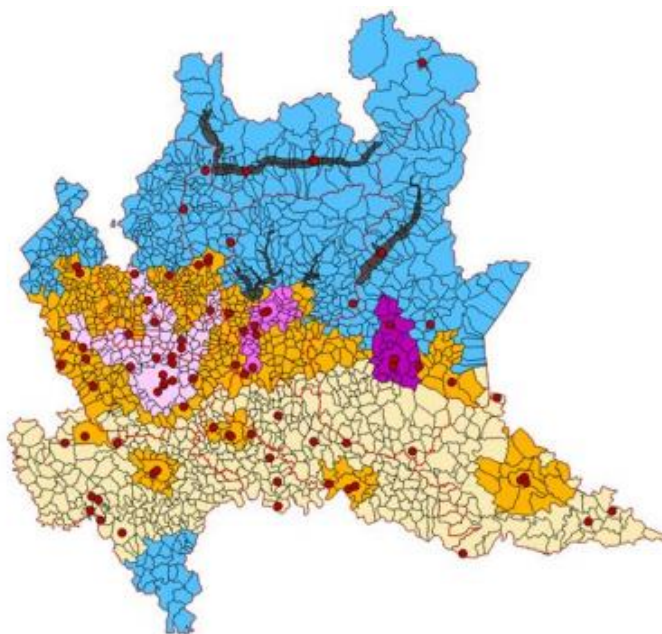


Figura 2-94: Postazioni di rilevamento distribuite su tutto il territorio regionale (Fonte: "Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria" (PRIA)-2018)

Il set di stazioni selezionato include per le fonti diffuse, oltre al minimo numero di stazioni richiesto dalla Direttiva Europea 2008/50/CE, stazioni aggiuntive sostitutive delle stazioni "minime" che garantiscono il rilevamento qualora non sia raggiunto il rendimento previsto dalla normativa o nel caso in cui la stazione sia non rappresentativa per l'azione temporanea di fattori esterni. Sono poi previste ulteriori stazioni attivate a supporto della modellistica o per peculiarità territoriale o ancora per garantire la corretta proporzione tra stazioni da traffico e di fondo e tra stazioni di PM₁₀ e di PM_{2.5}. Con specifico riferimento alla provincia di Lecco la rete di rilevamento è caratterizzata da 6 stazioni fisse di misura pubbliche e una privata, di cui 5 appartenenti alla tipologia "fondo", e 2 alla tipologia "traffico", come riporta la Figura 2-95.

Stazioni fisse di misura poste nella provincia di Lecco– Anno 2020					
Nome stazione	Rete	Tipo zona	Tipo stazione	Altitudine (m.s.l.m.)	Zonizzazione della provincia di Lecco (ai sensi della D.G.R. n° 2605/2011)
<i>Stazioni del Programma di valutazione</i>					
Lecco via Amendola	PUB	Urbana	Traffico	214	A - pianura ad elevata urbanizzazione
Lecco via Sora	PUB	Suburbana	Fondo	214	A - Pianura ad elevata urbanizzazione
Merate	PUB	Urbana	Traffico	292	Agglomerato di Milano
Colico	PUB	Suburbana	Fondo	218	C – Montagna
Perledo	PUB	Suburbana	Fondo	211	C – Montagna
Moggio	PUB	Rurale	Fondo	1197	C – Montagna
Valmadrera	PRIV	Suburbana	Fondo	237	A - Pianura ad elevata urbanizzazione

Figura 2-95: Stazioni fisse di misura nella Provincia di Lecco (Fonte: Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Lecco - Anno 2020)

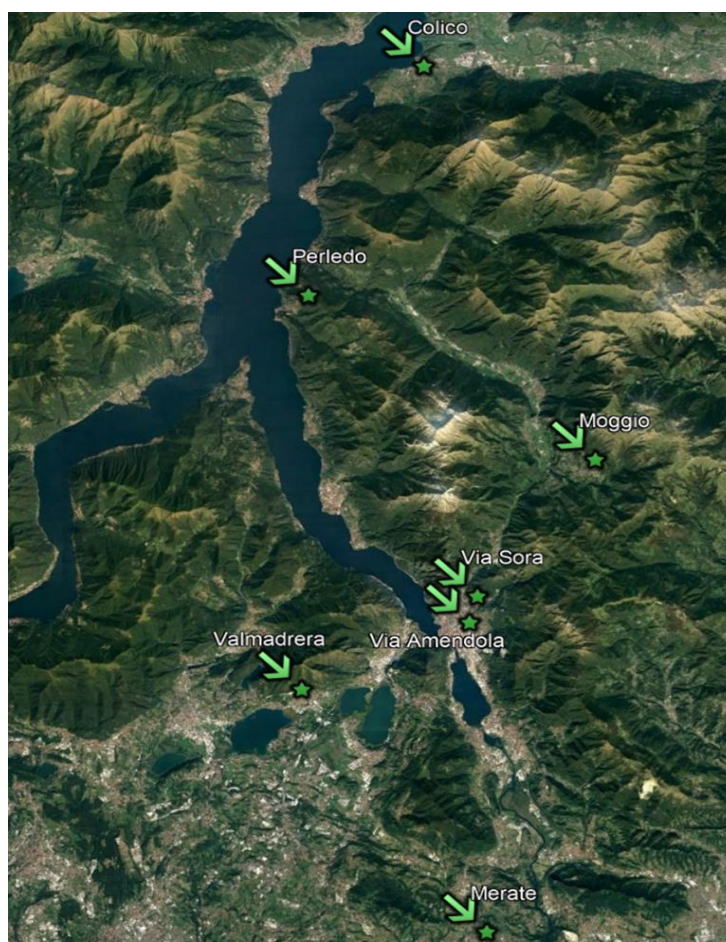


Figura 2-96: Localizzazione stazioni fisse nella Provincia di Sondrio rispetto alla Zona di intervento (Fonte: Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Sondrio - Anno 2020)

Relativamente all'area di studio, a valle di una prima analisi delle centraline presenti in prossimità dell'area di intervento, sono state scelte, come centraline di riferimento, la centralina situata presso il comune di Colico in via la Madoneta, classificata come suburbana di fondo e distante dall'intervento circa 3,5km. Tale centralina è però unicamente in grado di monitorare, tra gli inquinanti presi in considerazione per valutare lo stato della qualità dell'aria nell'area di intervento, solamente gli ossidi di azoto (NO_x) e il biossido di azoto (NO_2). Per questo motivo, al fine di definire uno stato della qualità dell'aria il più possibile completo, è stata presa in considerazione, oltre alla centralina di Colico per la valutazione delle concentrazioni di NO_2 e NO_x , una seconda centralina, situata nella provincia di Sondrio e, precisamente nel comune di Morbegno in via Cortivacci, distante circa 16 km dallo svincolo di Piona. In particolare, suddetta centralina, classificata come urbana di fondo, monitora i seguenti inquinanti di interesse per il presente Studio di Impatto Ambientale:

- Particolato PM_{10} ;
- Monossido di carbonio CO.

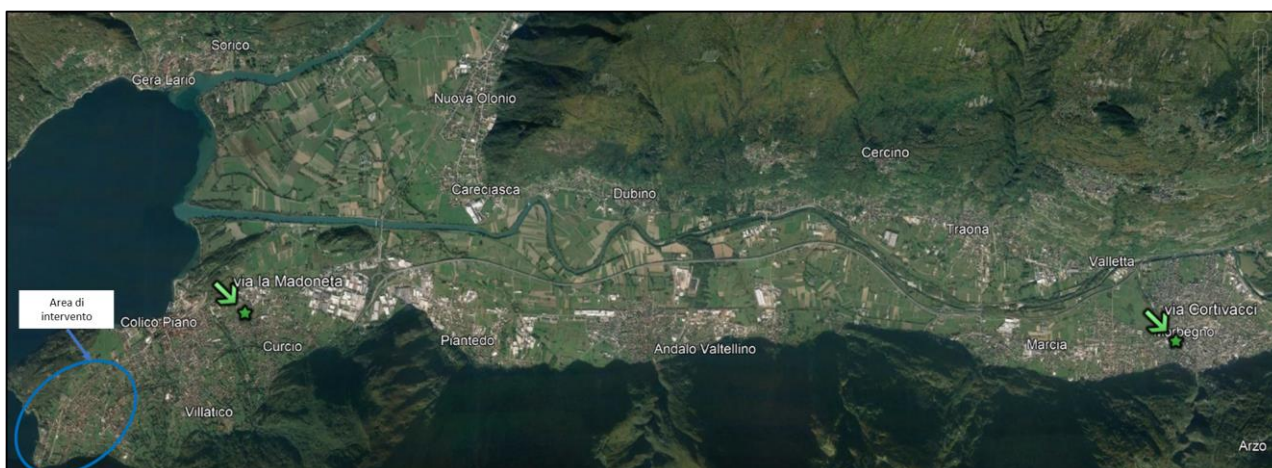


Figura 2-97 Centraline qualità dell'aria situate nelle vicinanze dell'intervento (Fonte: ARPA Lombardia)

Di seguito viene riportata l'analisi della qualità dell'aria dei principali inquinanti monitorati dalle due centraline di riferimento sopracitate, ovvero:

- Biossido di azoto (NO_2) e ossidi di azoto (NO_x), monitorati presso la centralina di Colico;
- Particolato grossolano (PM_{10}) e monossido di carbonio (CO) monitorati presso la centralina di Morbegno.

2.5.5.2.1 Ossidi di azoto e biossido di azoto

2.5.5.2.1.1 Caratteristiche degli inquinanti

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO_x che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO_2).

Durante le combustioni l'azoto molecolare (N_2) presente nell'aria, che brucia insieme al combustibile, si ossida a monossido di azoto (NO). Nell'ambiente esterno il monossido si ossida a biossido di

azoto (NO_2), che è quindi un inquinante secondario, perché non emesso direttamente. Il biossido di azoto è "ubiquitario": si ritrova in atmosfera un po' ovunque, con concentrazioni abbastanza costanti. L'ossido di azoto (NO), anche chiamato ossido nitrico, è un gas incolore, insapore ed inodore con una tossicità limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante; il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto all'elevata presenza di questo gas. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi tra cui l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso e gli alchilnitriti. Da notare che gli NO_x vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

2.5.5.2.1.2 Effetti sull'uomo

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente blanda; a causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido. Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, di bronchiti croniche, di asma e di enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica diminuzione delle difese polmonari con conseguente aumento di rischio di affezioni alle vie respiratorie soprattutto in soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

2.5.5.2.1.3 Effetti sull'ambiente

L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. In alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla, lunghi periodi causano invece la senescenza e la caduta delle foglie più giovani. Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo: gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Da notare che l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Si stima inoltre che gli ossidi di azoto e i loro derivati contribuiscano per il 30% alla formazione delle piogge acide, danneggiando anche edifici e monumenti e provocandone un invecchiamento accelerato in molti casi irreversibile.

2.5.5.2.1.4 Concentrazioni di NO_x

Tramite i dati della centralina di Colico è stato possibile analizzare l'evoluzione negli anni delle concentrazioni di ossidi di azoto registrate. In particolare, è stato preso in considerazione il decennio 2012 – 2021. Nella Figura sottostante sono riportati valori medi annui registrati dalla centralina nel decennio di riferimento.

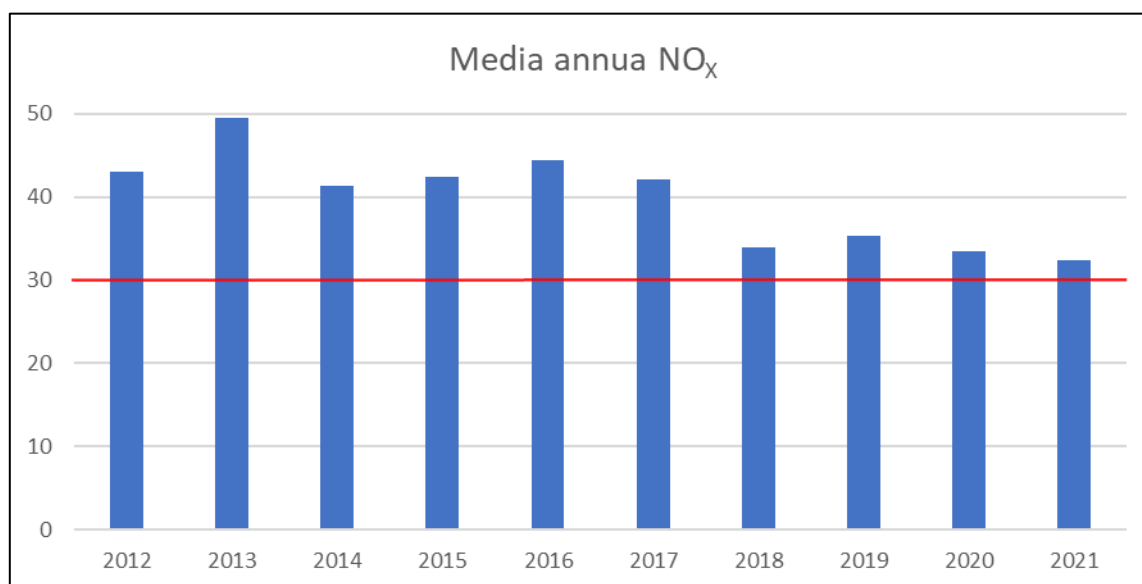


Figura 2-98 Medie annuali NO_x calcolati per gli anni 2012 – 2021 per la centralina di Colico (fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Come si può evincere in figura Figura 2-98, le medie annuali di biossido di azoto sono superiori, per tutto il decennio di riferimento, al limite normativo di 30 µg/m³, descrivendo negli anni un netto miglioramento per tale parametro. Le concentrazioni medie annue registrate dalla centralina di Colico sono passate, infatti, da un massimo di 49,6 µg/m³ registrato nel 2013, a 32,4 µg/m³ per il 2021.

2.5.5.2.1.5 Concentrazioni di NO₂

I soli ossidi di azoto, tuttavia, non forniscono dati sufficienti ad un'analisi completa del territorio e soprattutto non verificano i limiti normativi sulla salute umana. Pertanto, è stato condotto uno studio analogo anche sul Biossido di Azoto NO₂, i cui valori, calcolati per il periodo di riferimento ed espressi in termini di minimo, massimo e percentile, sono stati riassunti nella Tabella 2-51.

Anno	Min	Percentili						Max	Media
		50°	80°	85°	90°	95°	99°		
2012	0	20.1	38.2	43.3	50.1	61.3	81.3	116.4	24.7
2013	0	20.8	39.8	44.8	49.7	58.6	74.7	101.6	25.0
2014	0.1	20.2	35.8	39.7	44.8	52.7	68.4	98.0	23.8
2015	0	17.8	43.7	49.2	55.1	63.6	77.5	134.3	24.3
2016	0.7	21.4	40.3	44.7	50.1	58.2	72.9	104.4	25.9
2017	0	21.0	41.6	46.9	53.4	63.1	78.7	97.3	26.5
2018	0	16.4	33.1	37.4	42.7	50.6	63.9	82.4	20.8
2019	0	17.1	32.6	37.5	43.9	52.4	68.7	89.4	21.4
2020	0.8	15.4	32.4	36.9	42.3	49.5	61.8	95.8	20.2

Anno	Min	Percentili						Max	Media
		50°	80°	85°	90°	95°	99°		
2021	1.2	16.9	32.3	36.9	42.6	50.6	64.4	103.1	21.4

Tabella 2-51 Analisi dei percentili di NO₂ (µg/m³) negli anni 2012 - 2021 per la centralina di Colico (fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Al fine di agevolare la lettura del dato tabellare sono stati quindi elaborati i grafici mostrati nel grafico sottostante. Quello che è possibile evidenziare è come, ad eccezione dell'anno 2016 dove il massimo registrato, pari a 134,3 µg/m³, si discosta dai massimi registrati nella decade di riferimento, le diverse distribuzioni delle concentrazioni orarie descrivono una tendenza quantitativamente simile.

Effettuando un'analisi storica di tali valori è emerso che, valutando i massimi annuali, il massimo assoluto è stato registrato, come già detto nell'anno 2016, mentre tale valore è minimo nell'anno nell'anno 2018 in cui la centralina ha registrato un valore di 82,4 µg/m³. La concentrazione media annua, invece, si mantiene sempre sotto il limite normativo di 40 µg/m³, raggiungendo un picco nel 2016, con un valore pari a 25.9 µg/m³ e un minimo nel 2020, con un valore di 20.2 µg/m³.

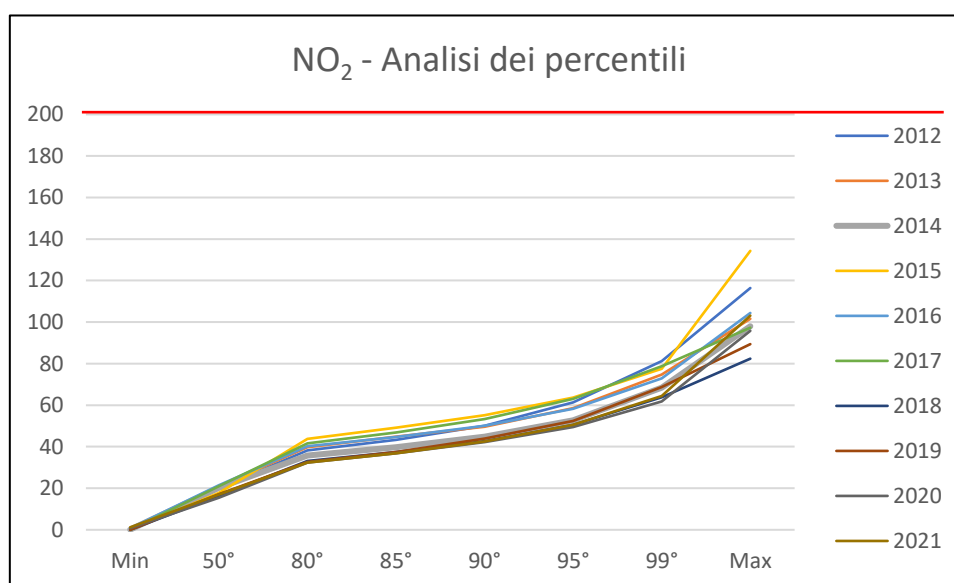


Figura 2-99 Analisi dei percentili, valori minimi e massimi di NO₂ calcolati per gli anni 2012 – 2021 calcolati per la centralina di Colico (fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

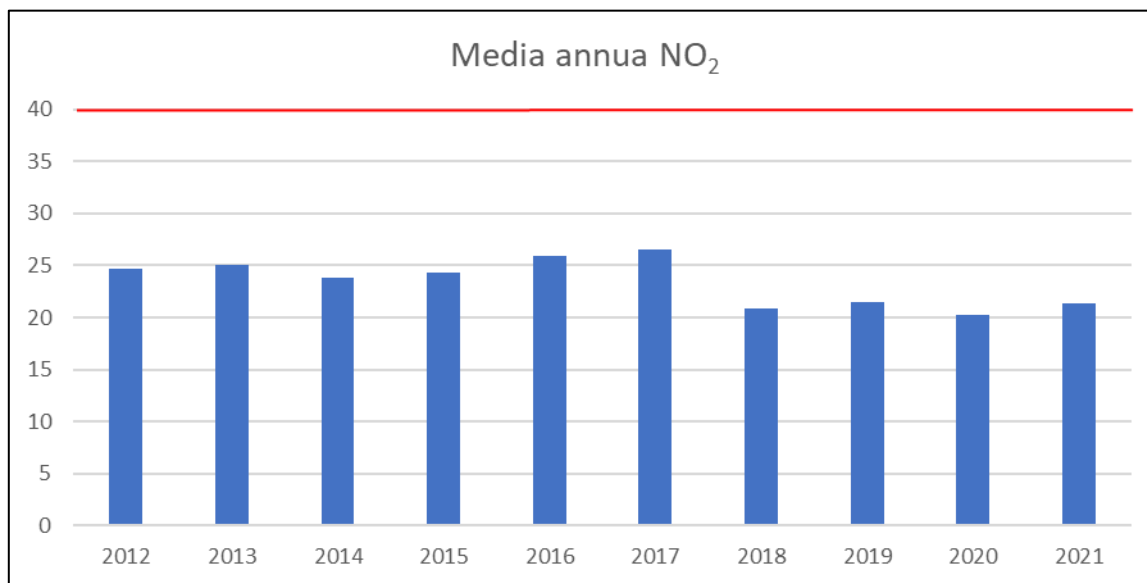
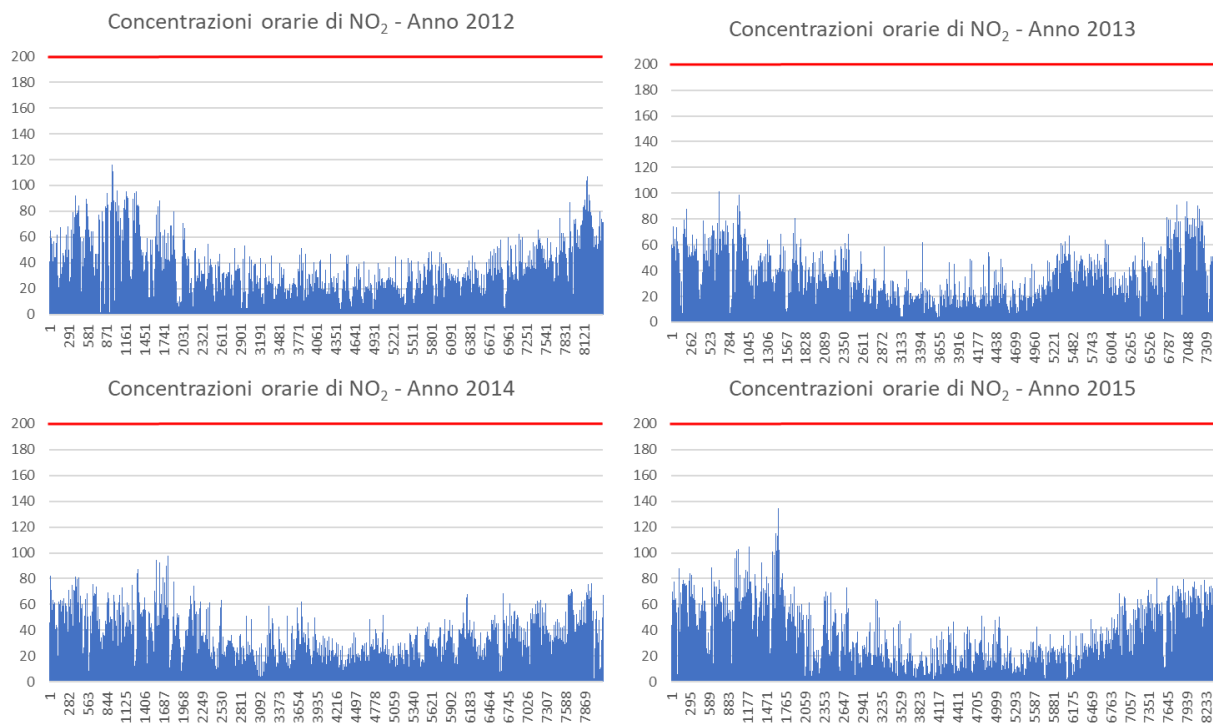


Figura 2-100 Medie annuali NO₂ calcolati per gli anni 2012 – 2021 per la centralina di Colico (fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Nella figura sottostante sono inoltre riportati i valori orari di concentrazione di NO₂ registrati presso la centralina di Colico per il decennio di riferimento.



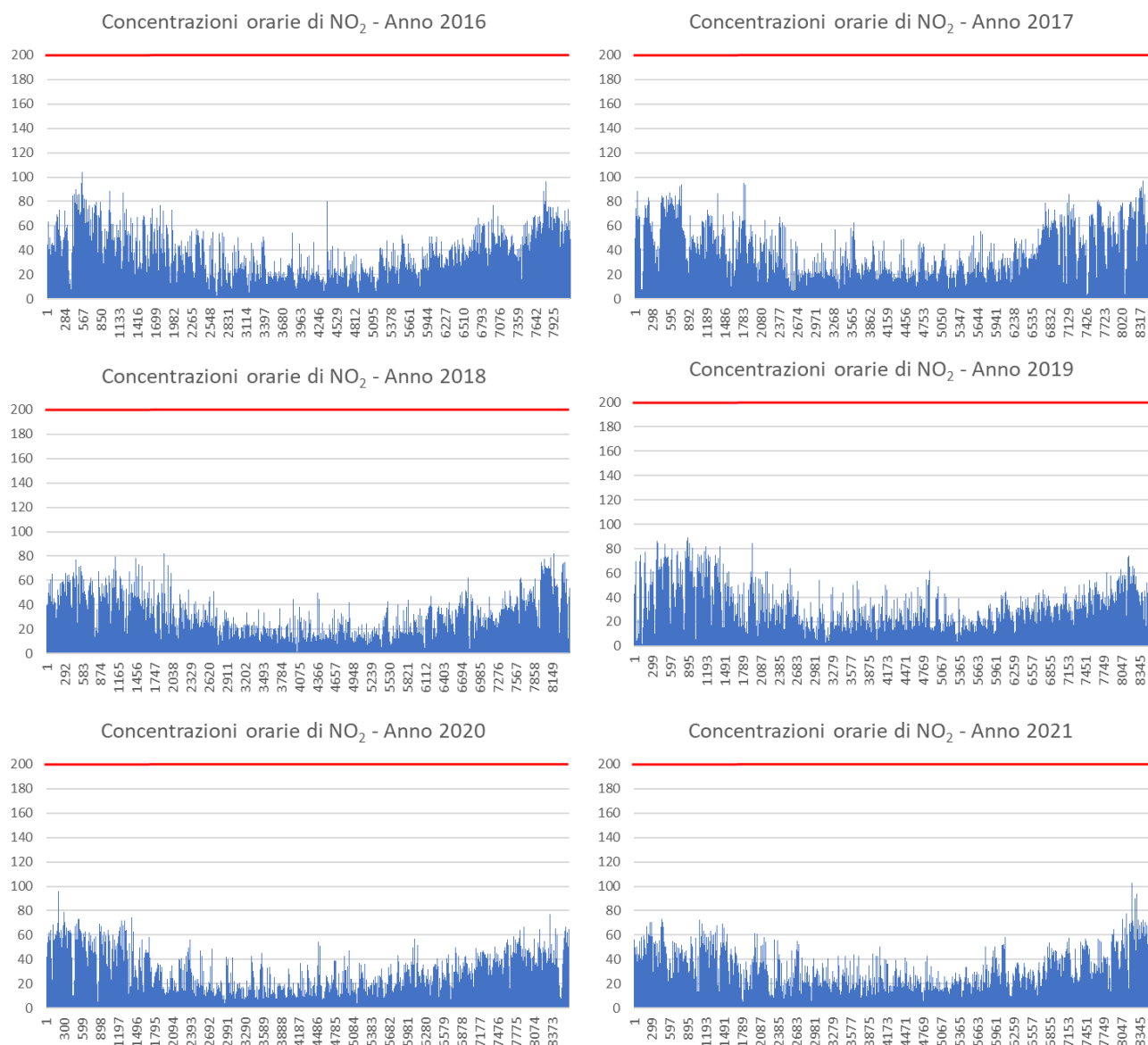


Figura 2-101 Valori orari di NO_x registrati dalla centralina di riferimento per il periodo 2017 – 2021 (fonte: elaborazione dati ARPA Lazio)

2.5.5.2.1.6 Relazione NO_x – NO₂

Il dato di partenza delle analisi, con particolare riferimento a quanto calcolato attraverso i modelli di analisi diffusionale degli inquinati, è relativo agli ossidi di azoto NO_x. Con tale termine generalmente vengono indicate le due componenti più importanti, ovvero l'ossido di azoto NO ed il biossido di azoto NO₂.

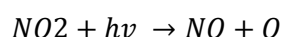
Tali ossidi sono prodotti dal processo di combustione e dipendono fortemente dalla temperatura e dalla presenza di ossigeno durante la combustione. In termini generali la produzione primaria di ossidi di azoto da combustione è perlopiù composta da ossido di azoto (90%) e solo da una quota parte di biossido di azoto (10%). Tuttavia, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto nei processi di combustione si può convertire in NO₂, costituendo così una produzione secondaria di biossido di

azoto, nonché producendo ozono.

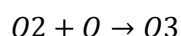
L'insieme di reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO₂ è detto ciclo fotolitico.

Tale ciclo può essere schematizzato dalle seguenti reazioni.

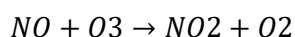
L'NO₂ prodotto nelle ore diurne assorbe energia dalle radiazioni UV, scindendosi in una molecola di NO ed in atomi di ossigeno reattivi



Gli atomi di ossigeno altamente reattivi si combinano con le molecole di O₂ dando origine all'ozono O₃



L'O₃ reagisce con l'NO per formare nuovamente NO₂ e O₂



Le reazioni sin qui esposte rappresentano un ciclo che a sua volta rappresenta solo una quota parte delle reazioni chimiche che hanno luogo nella parte inferiore dell'atmosfera. Gli idrocarburi presenti in aria interferiscono nel ciclo, favorendo la conversione di NO in NO₂ in maniera più rapida rispetto al processo inverso, favorendo così l'accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera. Allo stesso modo andrebbero poi considerate le interazioni tra tali gas e l'umidità atmosferica, la quale porterebbe alla produzione acido nitrico e di nitrati.

Come descritto il processo di trasformazione da ossidi di azoto in biossido di azoto (inquinante rispetto al quale è possibile effettuare un confronto con i limiti normativi) è molto complesso e dipende da molte variabili.

Per stimare tali valori esistono alcune leggi di correlazione empirica che permettono di valutare la quota parte di ossidi di azoto che si trasforma in biossido di azoto. Un esempio di valutazione è il metodo "Derwent and Middleton" 1996²² il quale deriva da una stima di tipo empirico basata sul rapporto NO_x-NO₂ ricavato da numerose misure sperimentali nell'area di Londra.

Un altro metodo è quello sviluppato da "Düring et al." nel 2011²³, anch'esso derivante da studi sperimentali di correlazione effettuati in Germania.

Da ulteriori fonti bibliografiche, "ARPA Emilia Romagna"²⁴, è stato evidenziato come il valore del rapporto NO₂/NO_x sia pari al 10% "...si può ritenere che la produzione di NO₂, quale inquinante primario, sia pari al 10 % dell'ossido di azoto complessivamente generato...".

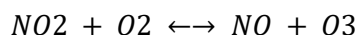
Continuando l'analisi bibliografica è stato possibile determinare ulteriori relazioni relative alle

²² Derwent, R.G. and Middleton, D.R., 1996. An empirical function to the ratio NO₂:NO_x. Clean Air, 26: 57-60.

²³ Düring I, Bächlin W, Ketzler M, et al. (2011) A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift 20:67–73. doi: 10.1127/0941-2948/2011/0491

²⁴ Arpa Emilia Romagna

trasformazioni degli NOx nelle due componenti principali NO e NO₂. Uno studio condotto in Cina (Suqin Han et al., 2011)²⁵ ha valutato il rapporto NO₂/NOx relazionandolo all'ozono, O₃. Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006²⁶ hanno messo in evidenza come lo sviluppo, nel tempo, dei rapporti NO₂/NOx e l'ozono O₃ indichi la correlazione fotochimica tra gli ossidi di azoto e ozono. Un approccio semplice è l'equilibrio foto-stazionario:



Secondo la legge di azione di massa si ha la seguente relazione:

$$\frac{NO * O_3}{NO_2} = k$$

dove k è la costante di equilibrio.

Tuttavia, per la valutazione del caso in esame, ed in funzione delle variabili da cui dipende il ciclo di trasformazione sopraesposto, si è ritenuto importante considerare una legge empirica che potesse tener conto delle condizioni locali. A tale scopo è stata effettuata un'elaborazione specifica per determinare la correlazione tra NO_x e NO₂ in funzione dei dati rilevati dalla centralina di Colico. Tale analisi ha mostrato un andamento parabolico della relazione tra NO₂ e NO_x^{NO₂/NO_x}. Infatti, dalla nuvola di punti, Figura 2-102, è stato possibile determinare una legge di regressione tra NO_x e NO₂.

²⁵ Analysis of the Relationship between O₃, NO and NO₂ in Tianjin, China Suqin Han, Hai Bian, Yinchang Feng, Aixia Liu, Xiangjin Li, Fang Zeng, Xiaoling Zhang, 2011

²⁶ Unexpectedly low decrease of NO₂ air pollution – Correlation with ozone concentration and altered exhaust emissions Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006

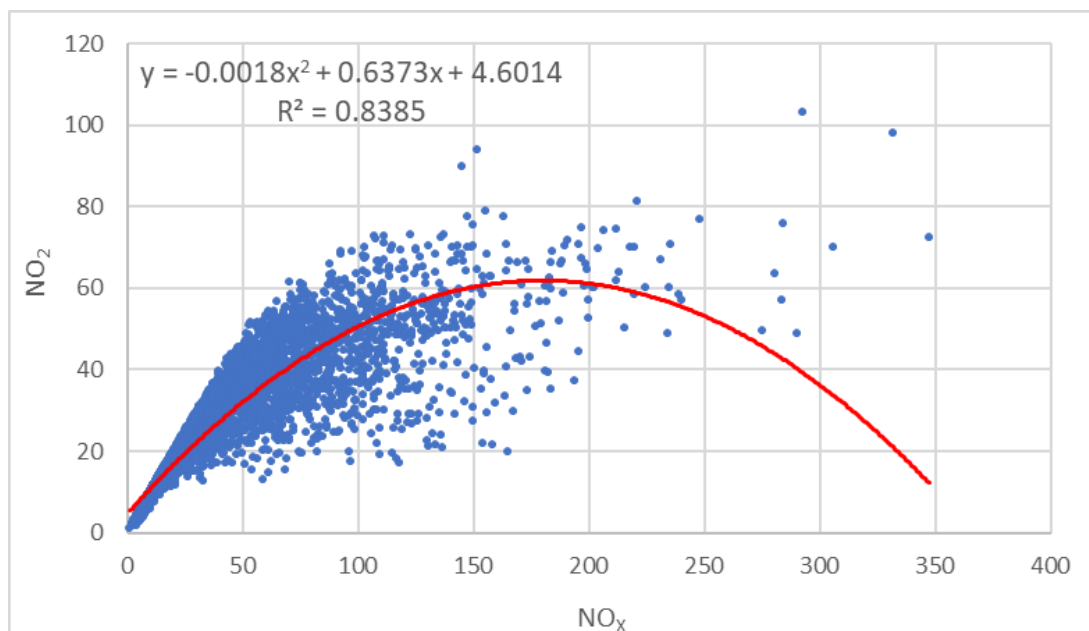


Figura 2-102 Nuvola di punti concentrazioni NO_x - NO₂ medie orarie (μg/m³) (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia) Considerando la concavità verso il basso della curva di tendenza si può notare come superati i 177,03 μg/m³ di NO_x, al loro aumentare si ottiene una diminuzione degli NO₂. Questo per valori molto elevati di NO_x potrebbe diventare poco cautelativo.

Tuttavia, utilizzando le equazioni sopracitate, così come definito da Arpa Emilia Romagna, attraverso una relazione lineare con coefficiente angolare pari a 0.1, si ottiene una relazione tra NO₂/NO_x pari al 10%, che fornisce valori cautelativi unicamente per valori di NO_x molto elevati.

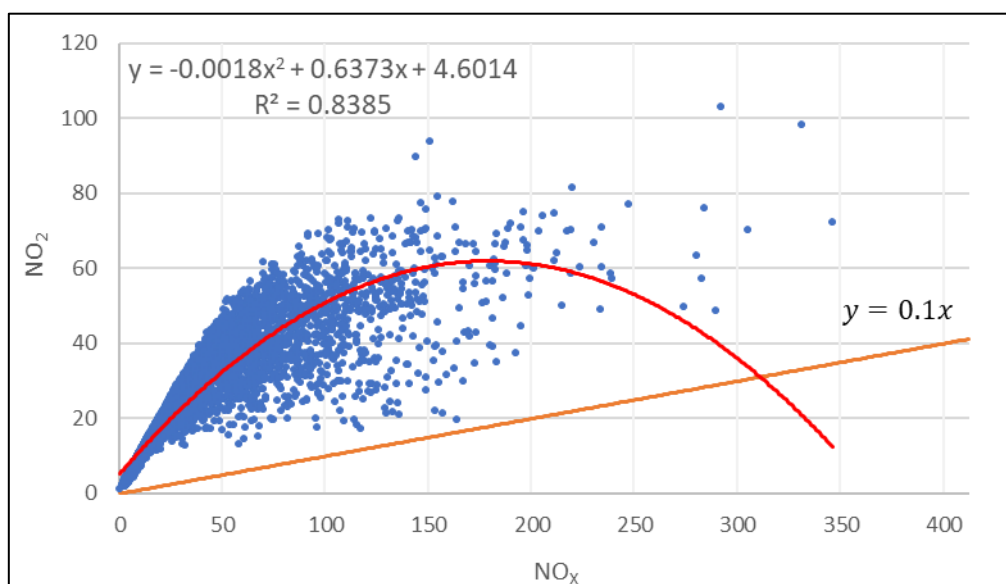


Figura 2-103 Confronto curve di correlazione NO₂-NO_x (μg/m³)

Confrontando le due curve si può notare come la retta di regressione lineare sia situata per valori di concentrazione di NO_x inferiori ai 310 μg/m³ sempre al disotto della retta di regressione parabolica,

ottenendo quindi una sottostima della percentuale di NO₂ negli NO_x. (cfr. Figura 2-103).

Per questo motivo, è stato considerato cautelativo utilizzare entrambe le curve, correlandole a range differenti di Ossido di Azoto, tenendo anche presente l'affidabilità dalla relazione parabolica, il cui coefficienti di determinazione è R²=0.8384.

Tale relazione è stata utilizzata fino al punto in cui la parabola cresce, pari a 177,03 µg/m³ di Ossidi di Azoto. La relazione lineare inizia, invece, il suo intervallo di validità da 177,03 µg/m³ per cui da quel valore di NO_x si considera la retta traslata verso l'alto.

In realtà, la curva di regressione parabolica non riesce a definire una valida relazione per valori di NO_x troppo bassi, per i quali si evince una concentrazione di biossido di azoto maggiore degli ossidi totali. Nella fattispecie, tale condizione si verifica per concentrazioni di NO_x inferiori a 12 µg/m³. Per tale motivo, al fine di migliorare la correlazione tra NO_x e NO₂, si è scelto di assumere, al di sotto di tale valore, la concentrazione degli ossidi pari a quella del biossido di azoto.

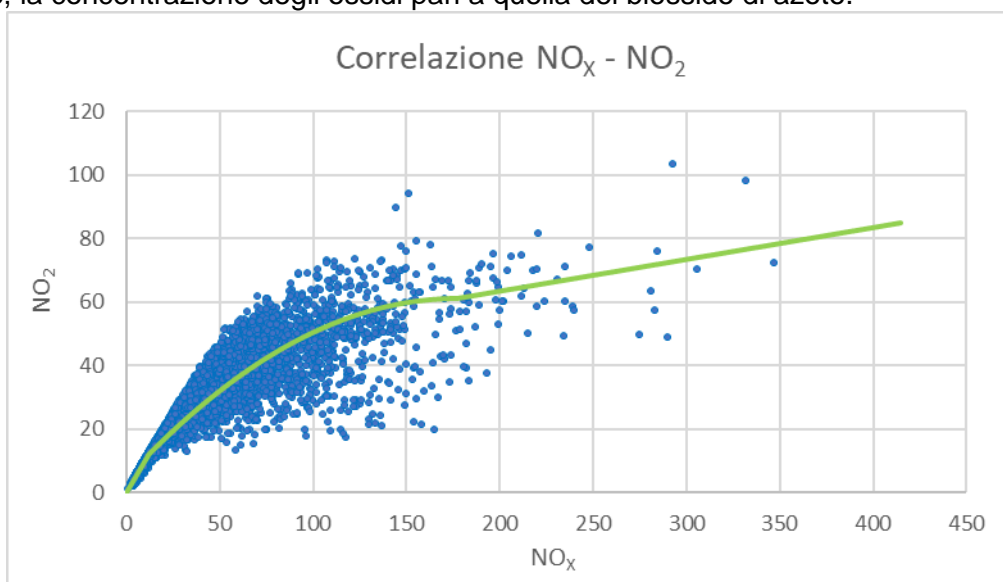


Figura 2-104 Combinazione delle curve di regressione considerate (µg/m³)

La formulazione considerata con riferimento ai valori orari pertanto sarà la seguente:

$$\left\{ \begin{array}{ll} NO_2 = NO_x & \text{per } NO_x \leq 12 \frac{\mu g}{m^3} \\ NO_2 = -0.0018NO_x^2 + 0.6373NO_x + 4.6014 & \text{per } 12 \frac{\mu g}{m^3} \leq NO_x < 177.03 \frac{\mu g}{m^3} \\ NO_2 = 0,1NO_x & \text{per } NO_x \geq 177.03 \frac{\mu g}{m^3} \end{array} \right.$$

2.5.5.2.2 Materiale particolato

2.5.5.2.2.1 Caratteristiche degli inquinanti

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico per ridurre il fenomeno.

Le particelle sospese, anche indicate come PM (Particulate Matter), sono sostanze allo stato solido o liquido che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Il particolato nell'aria può essere costituito da diverse sostanze: sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, sostanze silicee di varia natura, sostanze vegetali, composti metallici, fibre tessili naturali e artificiali, sali, elementi come il carbonio o il piombo, ecc.

In base alla natura e alle dimensioni delle particelle possiamo distinguere:

- gli aerosol, costituiti da particelle solide o liquide sospese in aria e con un diametro inferiore a 1 micron (1 μm);
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a 2 micron;
- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore ad 1 micron e rilasciate solitamente da processi chimici e metallurgici;
- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore ai 2 μm e trasportate da miscele di gas;
- le polveri, costituite da particelle solide con diametro fra 0,25 e 500 micron;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore ai 500 μm .

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera. Conseguenze diverse si hanno in relazione alla differente grandezza della particella inalata, distinguiamo le particelle fini che sono quelle che hanno un diametro inferiore a 2,5 μm , e le altre dette grossolane. Da notare che il particolato grossolano è costituito esclusivamente da particelle primarie.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 micron e vengono anche dette polveri inalabili perché sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Una frazione di circa il 60% di queste è costituita dalle polveri PM2,5 che rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron. Le PM2,5 sono anche dette polveri respirabili perché possono penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).

2.5.5.2.2 Effetti sull'uomo

A prescindere dalla tossicità, le particelle che possono produrre degli effetti indesiderati sull'uomo sono sostanzialmente quelle di dimensioni più ridotte; infatti, nel processo della respirazione le particelle maggiori di 15 micron vengono generalmente rimosse dal naso.

Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe) può generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola; tutti questi fenomeni sono molto più gravi se le particelle hanno assorbito sostanze acide (come il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, ecc.).

Per la particolare struttura della superficie, le particelle possono anche adsorbire dall'aria sostanze chimiche cancerogene, trascinandole nei tratti respiratori e prolungandone i tempi di residenza,

accentuandone gli effetti.

Le particelle più piccole penetrano nel sistema respiratorio a varie profondità e possono trascorrere lunghi periodi di tempo prima che vengano rimosse, per questo sono le più pericolose, possono infatti aggravare le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema.

Le persone più vulnerabili sono gli anziani, gli asmatici, i bambini e chi svolge un'intensa attività fisica all'aperto, sia di tipo lavorativo che sportivo. Nei luoghi di lavoro più soggetti all'inquinamento da particolato l'inalazione prolungata di queste particelle può provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che comportano una broncopolmonite cronica accompagnata spesso da enfisema polmonare.

2.5.5.2.2.3 Effetti sull'ambiente

Gli effetti del particolato sul clima e sui materiali sono piuttosto evidenti. Il particolato dei fumi e delle esalazioni provoca una diminuzione della visibilità atmosferica; allo stesso tempo diminuisce anche la luminosità assorbendo o riflettendo la luce solare. Negli ultimi 50 anni si è notata una diminuzione della visibilità del 50%, ed il fenomeno risulta tanto più grave quanto più ci si avvicina alle grandi aree abitative ed industriali. Le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole, costituendo i nuclei di condensazione attorno ai quali si condensano le gocce d'acqua, di conseguenza favoriscono il verificarsi dei fenomeni delle nebbie e delle piogge acide, che comportano effetti di erosione e corrosione dei materiali e dei metalli.

Il particolato inoltre danneggia i circuiti elettrici ed elettronici, insudicia gli edifici e le opere d'arte e riduce la durata dei tessuti.

Le polveri (ad esempio quelle emesse dai cementifici), possono depositarsi sulle foglie delle piante e formare così una patina opaca che, schermando la luce, ostacola il processo della fotosintesi.

Gli effetti del particolato sul clima della terra sono invece piuttosto discussi; sicuramente un aumento del particolato in atmosfera comporta una diminuzione della temperatura terrestre per un effetto di riflessione e schermatura della luce solare, in ogni caso tale azione è comunque mitigata dal fatto che le particelle riflettono anche le radiazioni infrarosse provenienti dalla terra.

È stato comunque dimostrato che negli anni immediatamente successivi alle più grandi eruzioni vulcaniche di tipo esplosivo (caratterizzate dalla emissione in atmosfera di un'enorme quantità di particolato) sono seguiti degli anni con inverni particolarmente rigidi.

Alcune ricerche affermano che un aumento di 4 volte della concentrazione del particolato in atmosfera comporterebbe una diminuzione della temperatura globale della terra pari a 3,5°C.

2.5.5.2.2.4 Concentrazioni PM₁₀

Per analizzare i valori di concentrazione del PM₁₀ sono stati visionati i dati registrati dal 2012 al 2021 registrati dalla centralina di Morbegno. Tali dati hanno permesso di comprendere l'evoluzione, in questo arco temporale, dell'inquinante.

Anno	Min	Percentili						Max	Media	N. superamenti
		50°	80°	85°	90°	95°	99°			
2012	0	20	35.0	39.9	48.8	63.9	98.2	124	25.5	34
2013	0	20	37.2	44.0	52.0	61.1	81.7	95	25.0	37
2014	0	15	27.0	30.0	36.0	44.0	61.5	78	19.0	11
2015	3	19	33.0	42.0	44.0	51.0	73.4	85	23.0	22
2016	0	17	27.0	31.0	37.0	49.3	64.8	70	19.7	17
2017	1	17	31.0	37.0	42.0	51.0	83.5	101	21.4	19
2018	1	17	28.0	31.4	39.0	48.0	66.7	77	20.6	17
2019	0	16	25.2	29.0	33.0	41.0	63.5	72	18.6	9
2020	1	15	26.0	30.0	35.0	43.4	59.0	68	18.0	8
2021	2	15	24.0	27.0	34.6	39.8	69.5	99	17.7	7

Tabella 2-52 Analisi dei percentili, valori minimi e massimi di pm₁₀ calcolati per gli anni 2012 – 2021 calcolati per la centralina di Morbegno (fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Come si evince dalla tabella sovrastante e dal grafico nella Figura 2-105, le concentrazioni giornaliere di particolato grossolano registrate nella centralina di riferimento descrivono un trend in miglioramento. In particolare, nonostante la centralina registri per ogni anno del periodo 2012-2021 dei superamenti di concentrazione media giornaliera rispetto al valore limite, fissato pari a 50 µg/m³, il numero dei superamenti tende a diminuire con gli anni, passando dalle 34 e le 37 rispettivamente per gli anni 2012 e 2013, alle 7 volte per l'anno 2021, quest'ultimo valore di gran lunga inferiore al limite normativo di 35 superamenti consentiti.

Anche per quanto riguarda le concentrazioni medie annue, non si registrano superamenti del limite normativo di 40 µg/m³. Come mostrato in Figura 2-106, i valori di particolato grossolano mediati per le annualità di riferimento descrivono un andamento decrescente con gli anni, variando tra i 25,5 µg/m³ per il 2012 e i 17,7 µg/m³ per il 2021.

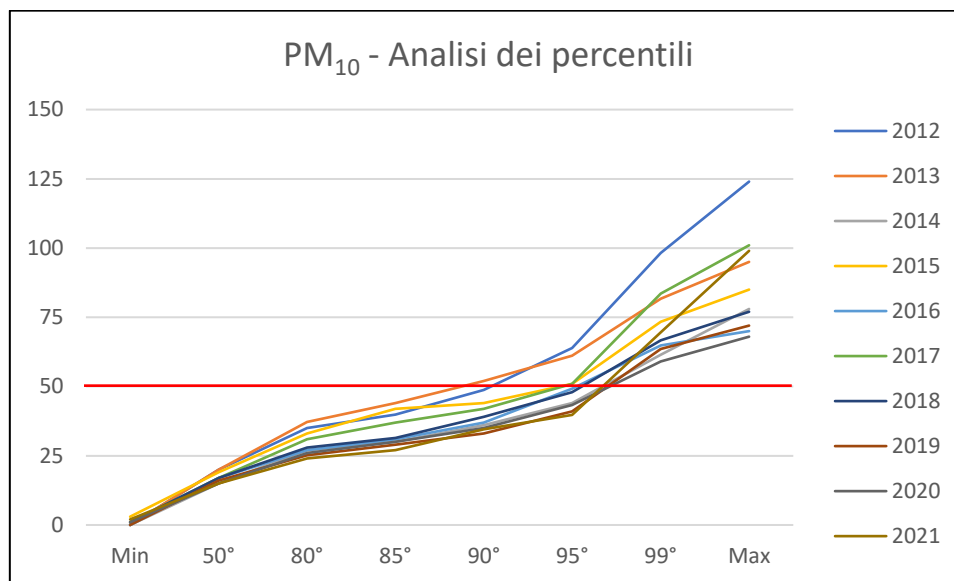


Figura 2-105 Analisi dei percentili, valori minimi e massimi di PM₁₀ calcolati per gli anni 2012 – 2021 calcolati per la centralina di Morbegno (fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

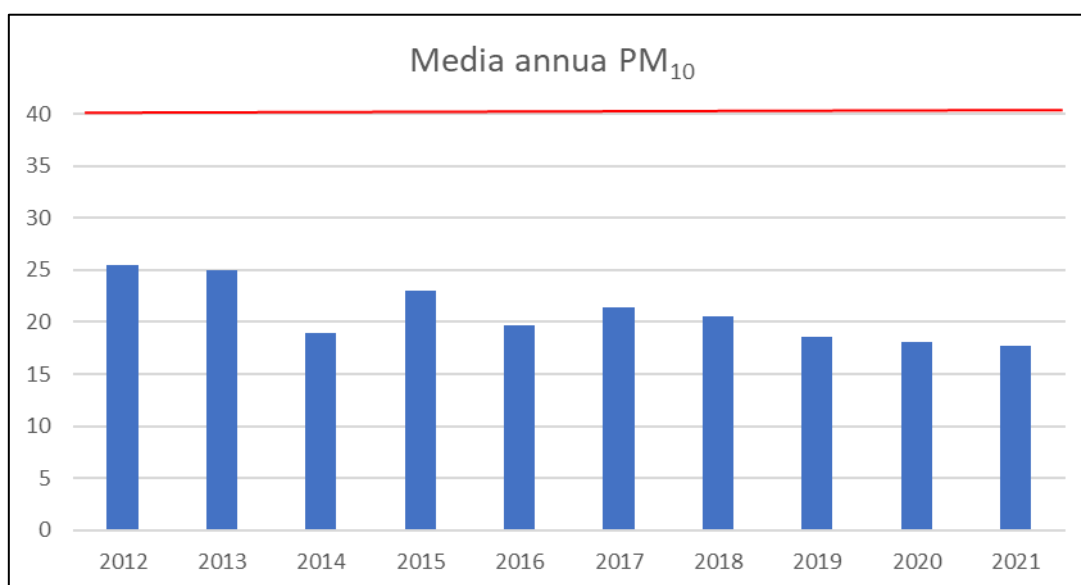
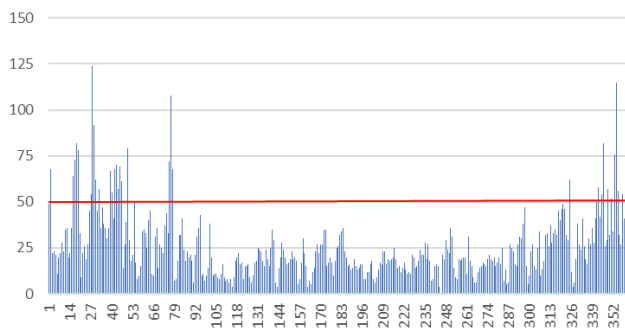


Figura 2-106 Medie annuali PM₁₀ calcolate per gli anni 2012 – 2021 per la centralina di Morbegno (fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

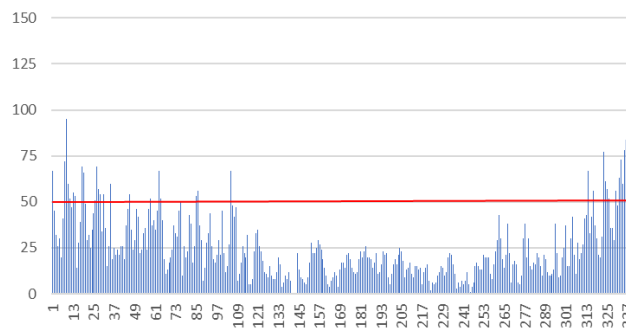
Nello specifico, per comprendere al meglio la distribuzione temporale dei dati di concentrazione discussi, in Figura 2-107 sono mostrati i valori di media giornaliera di particolato grossolano registrati dalla centralina di Morbegno per il periodo 2012 – 2021.

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

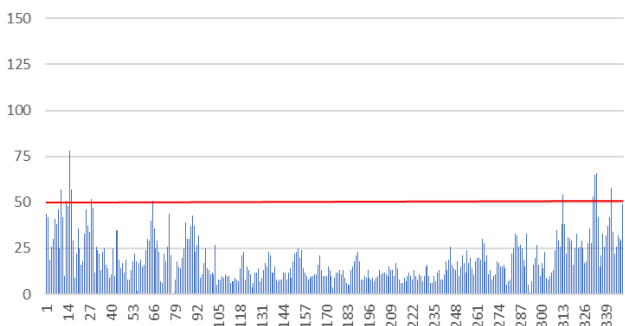
Concentrazioni giornaliere PM₁₀ - Anno 2012



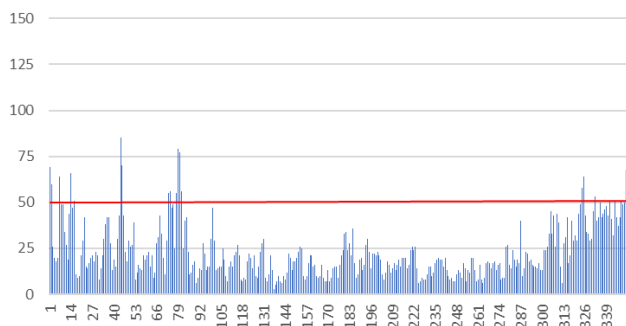
Concentrazioni giornaliere PM₁₀ - Anno 2013



Concentrazioni giornaliere PM₁₀ - Anno 2014



Concentrazioni giornaliere PM₁₀ - Anno 2015



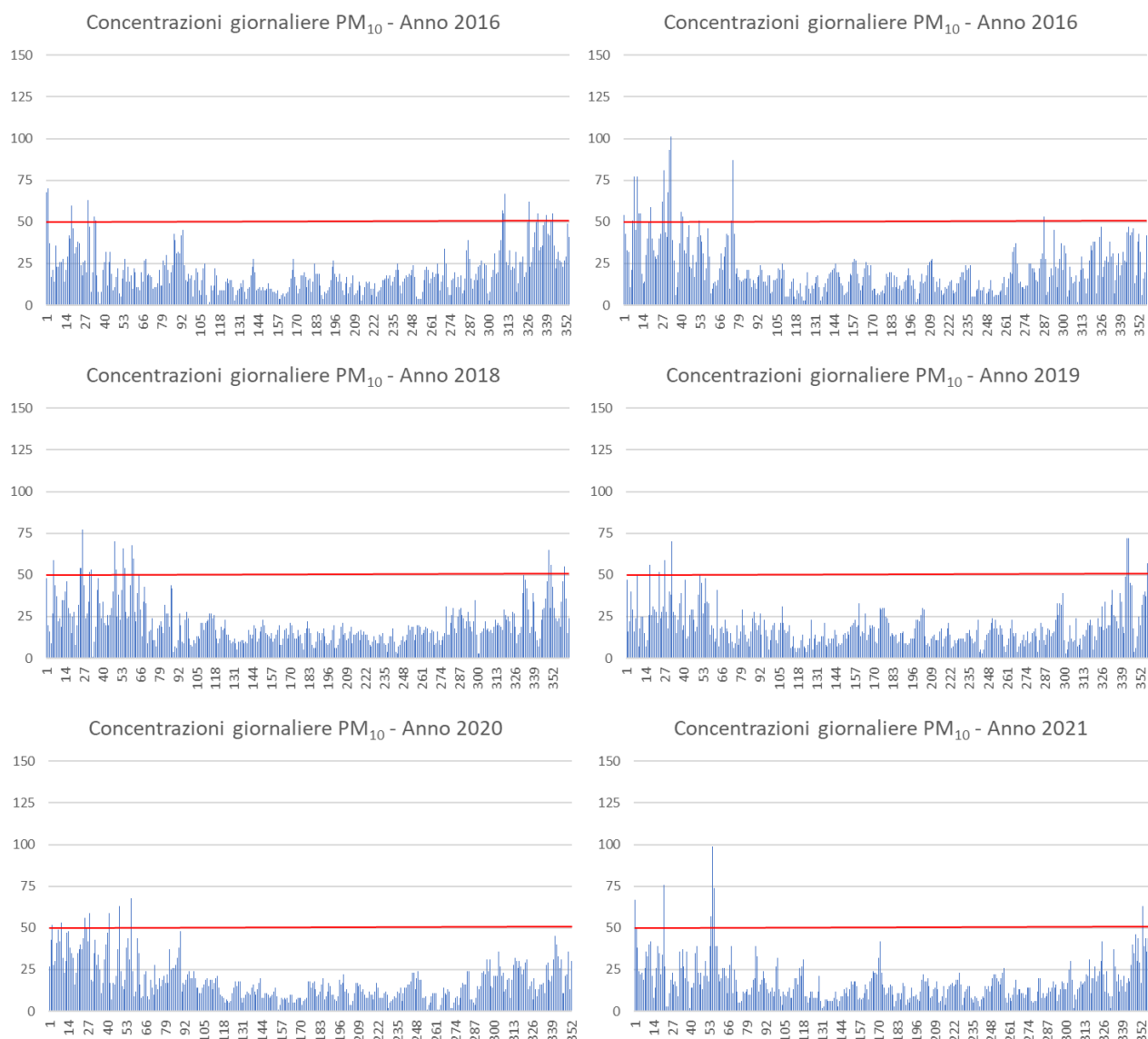


Figura 2-107 Valori orari di PM₁₀ registrati dalla centralina di Morbegno per il periodo 2012 – 2021 (fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

2.5.5.2.3 Monossido di Carbonio (CO)

2.5.5.2.3.1 Caratteristiche dell'inquinante

Il monossido di carbonio (o ossido di carbonio o ossido carbonioso) è un gas velenoso particolarmente insidioso in quanto inodore e insapore. La sua molecola è costituita da un atomo di ossigeno e un atomo di carbonio legati con un triplo legame (costituito da due legami covalenti e un legame dativo). La sua formula chimica è CO.

Il monossido di carbonio viene prodotto da reazioni di combustione in difetto di aria (cioè quando l'ossigeno presente nell'aria non è sufficiente a convertire tutto il carbonio in anidride carbonica), per esempio negli incendi di foreste e boschi, dove il prodotto principale della combustione rimane

comunque l'anidride carbonica. Altre fonti naturali sono i vulcani, mentre la maggior parte si genera da reazioni fotochimiche che avvengono nella troposfera. Inoltre, si sprigiona durante le combustioni in ambienti chiusi e dalle vecchie stufe a gas liquido, responsabili dell'alta frequenza di intossicazione da monossido di carbonio.

Si miscela bene nell'aria, con la quale forma facilmente miscele esplosive. In presenza di polveri metalliche finemente disperse, forma metallocarbonili tossici e infiammabili. Può reagire vigorosamente con ossigeno, acetilene, cloro, fluoro, ossidi di azoto.

Il monossido di carbonio è un prodotto della combustione incompleta dei combustibili organici (ad esempio: carbone, olio, legno, carburanti). Il CO è inoltre un combustibile importante perché rilascia una considerevole quantità di calore quando brucia all'aria

Importanti combustibili industriali a base di monossido di carbonio sono il gas d'acqua (una miscela di CO e H₂), il gas d'aria (una miscela di CO e N₂) e il gas da carbone (miscela di CO, H₂, CH₄ e CO₂, prodotto per distillazione del carbone e conservato nei gasometri). Quest'ultimo era il cosiddetto gas di città, fornito nelle case per cucinare e per il riscaldamento, oggi sostituito dal gas naturale, costituito principalmente da metano (CH₄).

2.5.5.2.3.2 Effetti sull'uomo

Il monossido di carbonio è un'emotossina, perché legandosi saldamente allo ione del ferro nell'emoglobina del sangue forma un complesso, chiamato carbossemoglobina, 300 volte più stabile di quello formato dall'ossigeno, chiamato ossiemoglobina, ostacolando così il trasporto di ossigeno nel sangue.

A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. La lenta intossicazione da ossido di carbonio prende il nome di ossicarbonismo e si manifesta con sintomi nervosi e respiratori.

L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale.

2.5.5.2.3.3 Concentrazioni di Monossido di Carbonio

Per analizzare i valori di concentrazioni della CO sono stati visionati i dati registrati dalla centralina di Morbegno tra il 2012 e il 2021. Il grafico sottostante riporta i valori massimi mediati nelle 8 ore consecutive, registrati anno per anno. Come si può notare, i massimi sono sempre ben inferiori al limite di legge di 10 mg/m³, registrando peraltro negli ultimi anni una leggera diminuzione, portandosi a 0,4 mg/m³ nel 2021 rispetto ai 0,8 mg/m³ registrati nel 2013

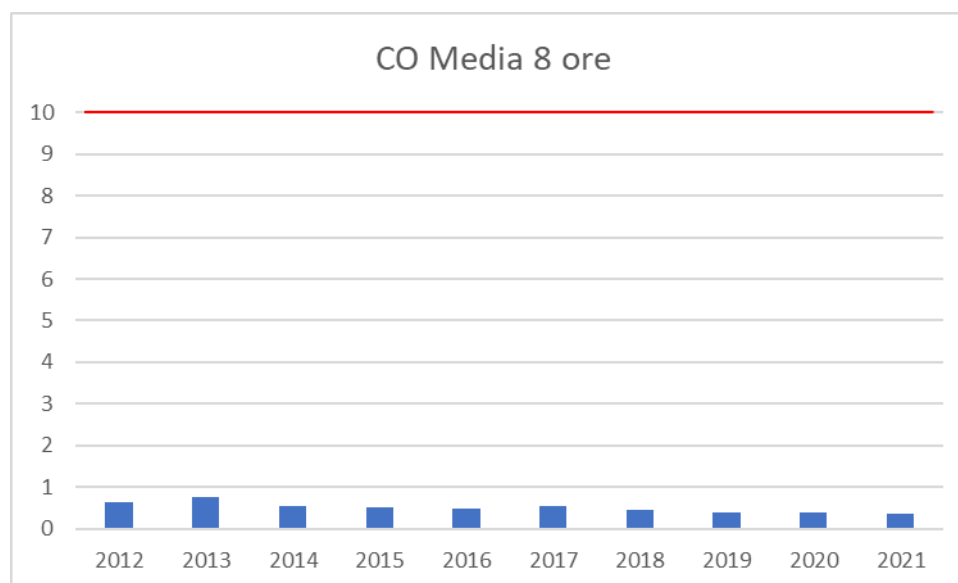


Figura 2-108 Concentrazione massima mediata nelle 8 ore consecutive CO presso la stazione di Morbegno (mg/m³)
 (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

2.5.5.3 Quadro sinottico della qualità dell'aria

Nel presente paragrafo si riassumono i valori di qualità dell'aria degli inquinanti di interesse, rilevati dalla centralina di Colico per quanto riguarda la valutazione in termini di ossidi e biossido di azoto, mentre il particolato grossolano ed il monossido di carbonio sono stati analizzati tramite il monitoraggio svolto dalla centralina posta nel comune di Morbegno. Questi valori sono ritenuti rappresentativi della qualità dell'aria circostante l'infrastruttura in esame.

La Tabella 2-53 nello specifico mostra i valori di concentrazione media annua registrati nel 2021 per i sopracitati inquinanti, anno di riferimento dello scenario attuale per le analisi effettuate.

Inquinante	Valore di qualità dell'aria media annua 2021
Ossido di Azoto – NO _x	32,4 µg/m ³
Biossido di Azoto – NO ₂	21,4 µg/m ³
Particolato – PM10	17,7 µg/m ³
Particolato – PM2,5	11,1 µg/m ³
Monossido di Carbonio CO	0,36 mg/m ³

Tabella 2-53 Valori di qualità dell'aria media annua (2019)

Come è possibile vedere in Tabella 2-53, oltre agli inquinanti monitorati dalle centraline di riferimento, è stato stiamo un valore medio annuo per il 2021 anche per il particolato fine (PM_{2.5}), considerato pari al 60% del PM₁₀.

I valori riportati in tabella sono stati utilizzati come valori di fondo della qualità dell'aria dell'area di intervento.

2.5.6 I modelli di simulazione utilizzati

Copert V

Ci si è avvalsi di alcuni modelli di simulazione al fine di condurre le analisi emissive e diffusionali generate dall'opera in esame. Nello specifico, per la stima dei fattori di emissione derivanti da traffico stradale si è fatto riferimento al software di calcolo COPERT 5. Il software sopracitato è lo standard europeo per la valutazione delle emissioni da traffico veicolare stradale. Lo sviluppo del software COPERT è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, all'interno delle attività dell' "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation". Responsabile dello sviluppo scientifico è il European Commission's Joint Research Centre. Il modello è stato realizzato ed è utilizzato per gli inventari delle emissioni stradali degli stati membri.

La metodologia utilizzata da COPERT 5 è parte integrante del EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook per il calcolo dell'inquinamento atmosferico ed è in linea con gli orientamenti IPCC per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra.

COPERT 5 trae le sue origini da una metodologia sviluppata da un gruppo di lavoro che è stato istituito in modo esplicito a tale scopo nel 1989 (COPERT 85). Questo è stato poi seguito da versioni successive aggiornate, fino ad arrivare alla versione attuale che rappresenta una sintesi dei risultati delle varie attività su larga scala e progetti dedicati, quali:

- a. Progetti dedicati finanziati dal Centro comune di ricerca/Trasporti e l'Unità Qualità dell'aria;
- b. Programma annuale di lavoro dell' "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC / ACM)";
- c. Programma di lavoro dell' "European Research Group on Mobile Emission Sources (Ermes)";
- d. Progetto MEET (Methodologies to Estimate Emissions from Transport), una Commissione Europea (DG VII) che ha promosso il progetto all'interno del 4 ° Framework Program (1996-1998);
- e. Il progetto particolato (Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles), una Commissione europea (DG Transport) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2003);

- f. Il progetto ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems), una Commissione europea (DG Trasporti) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2007);
- g. Il progetto congiunto JRC/CONCAWE/ACEA sull' evaporazione del carburante da veicoli a benzina (2005-2007)²⁷.

Attraverso alcuni dati di input, quali la composizione del parco veicolare circolante e la velocità media è possibile calcolare i fattori di emissioni corrispondenti per ogni tipologia di veicolo e per ogni inquinante considerato.

Calroads

Il software utilizzato per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti prodotti dal traffico veicolare, invece, è Calroads View. Questo software integra su un'unica piattaforma grafica tre modelli differenti per l'analisi delle concentrazioni da traffico veicolare:

- Caline 4;
- CAL3QHC;
- CAL3QHCR.

Nel caso in esame è stato utilizzato, per la modellazione dell'area, il modello CAL3QHCR. Questo modello è una versione evoluta del modello CAL3QHC che è in grado di processare un intero anno di dati meteorologici. Inoltre, è possibile imputare al modello i fattori di emissione generati dai veicoli ed il volume di traffico.

Il software, al fine di analizzare i dati meteorologici è integrato con un processore meteorologico specifico, RAMMET View, il quale partendo dai rilievi meteorologici a terra ed in quota è in grado di processare i dati al fine di poter generare un file di input utile per l'analisi delle dispersioni. Rammet View al suo interno contiene uno specifico processore, che attraverso leggi di correlazione specifiche è in grado di stimare il file del profilo meteorologico in quota a partire dai dati a terra.

²⁷ Informazioni tratte dal sito <http://www.emisia.com>

Dal punto di vista progettuale il software permette di modellare ogni "link" simulato in termini di geometrie e caratteristiche, definendo sia l'altezza del link sia la geometria che influenza le diffusioni, così come mostrato in Figura 2-109.

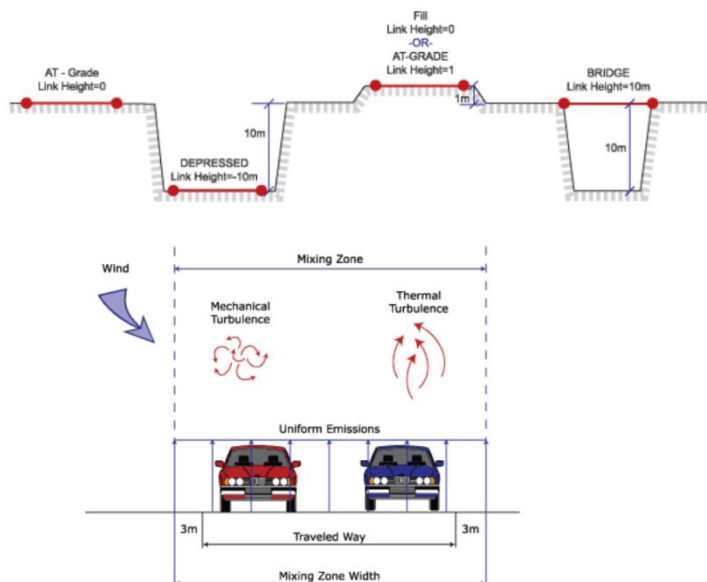


Figura 2-109 Modellazione geometrica del tracciato

Il software inoltre è in grado di poter modellare ogni singolo link secondo la tecnica di flusso libero o in coda. Rispetto a quest'ultimo aspetto il modello permette di definire due differenti tipologie di parametri emissivi: nel caso di flusso libero il parametro emissivo risulta calcolato in g/km, mentre in caso di coda in g/h considerando quindi l'effetto generato dai veicoli fermi in coda in attesa di utilizzare l'intersezione.

In ultimo il software consente di inserire i recettori quali punti di calcolo del modello. I recettori possono essere inseriti come singolo punto, come link di punti o come maglia di punti.

Per quanto riguarda la prima tipologia di recettore, occorre definire la posizione in termini di X, Y e Z. Per la seconda tipologia invece, definito un link di riferimento è possibile creare una linea di recettori parallela al link selezionato posto ad una distanza D e spaziate tra loro di una distanza S, come mostrato in Figura 2-110. Per quanto riguarda la maglia, infine, occorre identificare il passo e il numero di punti nelle due dimensioni X e Y.



Figura 2-110 Esempio di recettori a link

2.5.7 Lo scenario attuale: analisi delle concentrazioni

Uno degli input fondamentali per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera è il dato meteo. Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato è stato necessario costruire un file meteorologico compatibile con il modello di simulazione Calroads. Per lo scenario attuale sono stati considerati i dati meteorologici misurati dalla stazione presente all'interno dell'aeroporto di Bergamo Orio al Serio.

2.5.7.1 *Gli input del software Calroads*

Input progettuali

Per la stima delle concentrazioni derivanti dal traffico veicolare è stato usato il software Carloads View. Tale software, al fine di analizzare i dati meteorologici, è integrato con un processore meteorologico specifico, Rammet View che attraverso leggi di correlazione specifiche è in grado di stimare il file del profilo meteorologico in quota a partire dai dati a terra.

Dal punto di vista progettuale il software permette di modellare ogni "link" simulato in termini di geometrie e caratteristiche, definendo sia l'altezza del link sia la geometria che influenza le diffusioni, così come mostrato in Figura 2-109.

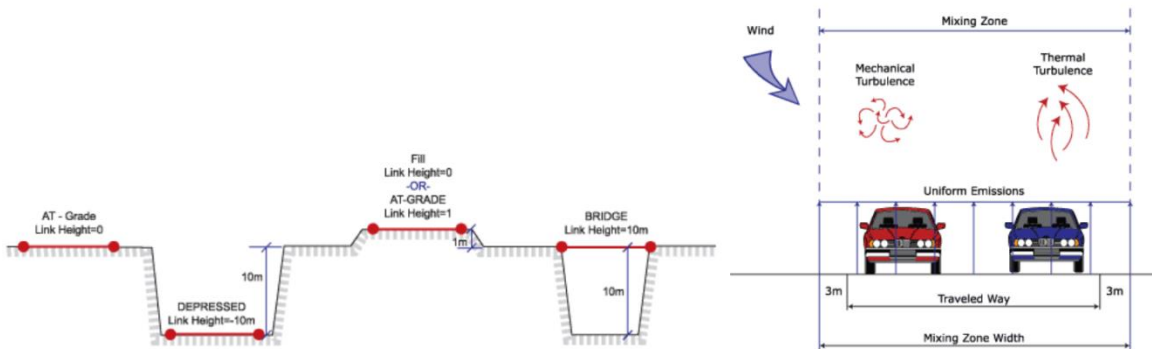


Figura 2-111 Modellazione geometrica del tracciato

In ultimo il software consente di inserire i recettori quali punti di calcolo del modello. I recettori possono essere inseriti come singolo punto, come link di punti o come maglia di punti.

La rete stradale di riferimento

Le simulazioni modellistiche condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni dei principali inquinanti generati dal traffico veicolare. Il tratto d'interesse per la realizzazione del progetto è rappresentato dall'asse principale della SS36 situato in corrispondenza dello svincolo di Piona e dalla viabilità secondaria, rappresentata dalle rampe di ingresso e uscita dalla SS36 e dalla Strada Provinciale 72.



Figura 2-112 Rappresentazione tratto stradale di riferimento (in blu vengono definiti i confini della rete stradale presa in considerazione per le simulazioni)

Metodologia di analisi per il calcolo dei fattori di emissione

Parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Queste equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame, pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare circolante è stato poi calcolato un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti e gli autobus.

Alle diverse categorie veicolari sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di questi valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo. Il fattore di emissione rappresenta uno degli input di base del software Calroads, utilizzato per la stima delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera.

Composizione del parco veicolare circolante

Uno degli elementi fondamentali per il calcolo delle emissioni è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia di veicoli e di numerosità. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall'Automobile Club d'Italia (ACI). Nel caso specifico si è fatto riferimento alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa al 2020 ("Autoritratto 2020").

Il documento che si è consultato, contenente tutti i dati relativi alle differenti tipologie veicolari, è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell'ente sulle informazioni tecnico – giuridiche dei veicoli circolanti. L'analisi sul traffico veicolare viene fatta suddividendo questo in diverse classi "COPERT" ovvero secondo la classificazione individuata dall'Air Pollutant Emission Inventory guide book.

Il documento è, inoltre, suddiviso per ambito territoriale di riferimento:

- area territoriale (area vasta, generalmente più regioni);
- regionale;
- provinciale;
- comunale.

Nel caso specifico dell'area di interesse l'ambito a cui far riferimento è funzione del bacino di influenza dell'infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l'infrastruttura stessa "genera e attrae".

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla suddivisione regionale del parco veicolare (Regione Lombardia), essendo questa maggiormente rappresentativa del traffico veicolare circolante sull'infrastruttura di analisi e sulla rete stradale di riferimento.

Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- autobus, distinti per uso.

Relativamente allo scenario attuale, sono stati assunti come dati per la rappresentazione del parco veicolare esattamente quelli riportati nell' "Autoritratto 2020" fornito dall'ACI. Di seguito si riportano i dati in forma tabellare e grafica per ogni tipologia di veicolo.

Autovetture distinte per regione alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2020									
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
BENZINA	fino a 1400	214256	37640	153694	222164	657327	463915	943607	2692603
	1401 - 2000	87992	34124	72366	49386	144543	71598	153997	614006
	Oltre 2000	21174	5276	9191	8047	18397	5596	14278	81959
BENZINA Totale		323422	77040	235251	279597	820267	541109	1111882	3388568
BENZINA E GAS LIQUIDO	fino a 1400	5,692	691	2,216	3,345	93,848	59,507	97,243	262542
	1401 - 2000	8,600	2,768	5,405	3,648	27,554	16,075	19,506	83556
	Oltre 2000	1,143	378	1,013	1,072	3,439	343	136	7524
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		15435	3837	8634	8065	124841	75925	116885	353622
BENZINA E METANO	fino a 1400	728	128	466	595	16,580	16,757	13,947	49201
	1401 - 2000	804	302	693	893	4,008	54	181	6935
	Oltre 2000	91	29	42	39	321	28	1	551
BENZINA E METANO Totale		1623	459	1201	1527	20909	16839	14129	56687
GASOLIO	fino a 1400	5,369	236	189	24,443	103,410	89,997	47,686	271330
	1401 - 2000	29,292	7,451	35,756	130,331	282,677	439,985	648,180	1573672
	Oltre 2000	22,180	6,555	23,787	47,029	63,104	62,211	74,106	298972
GASOLIO Totale		56841	14242	59732	201803	449191	592193	769972	2143974
IBRIDO BENZINA	fino a 1400					174	1,669	74,023	75866
	1401 - 2000					996	11,440	108,740	121176
	Oltre 2000					672	640	18,691	20003
IBRIDO BENZINA Totale		0	0	0	0	1842	13749	201454	217045
Lombardia Totale		397321	95578	304818	490992	1417050	1239815	2214322	6159896

Tabella 2-54 Suddivisione Autovetture, Regione Lombardia (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2020)

Veicoli industriali leggeri distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2020									
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
BENZINA	Fino a 3,5	7302	2079	3757	3730	5968	3030	7233	33099
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	955	295	286	396	3684	1809	4675	12100
BENZINA E METANO	Fino a 3,5	123	35	112	282	3474	5123	3352	12501
GASOLIO	Fino a 3,5	40381	24076	52514	89168	107413	102665	159107	575324
IBRIDO BENZINA	Fino a 3,5					1	6	1231	1238
IBRIDO GASOLIO	Fino a 3,5				2	11	1	2230	2244
Lombardia Totale		48761	26485	56669	93578	120551	112634	177828	636506

Tabella 2-55 Suddivisione Veicoli industriali leggeri, Regione Lombardia (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2020)

Veicoli industriali pesanti distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2020									
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
BENZINA	Oltre 3,5	306	17	8	8	12		1	352
GASOLIO	3,6 - 7,5	6297	1037	2258	3429	1972	2877	3011	20881
	7,6 - 12	4863	1100	2515	3021	688	2468	1655	16310
	12,1 - 14	1116	94	143	389	95	446	408	2691
	14,1 - 20	2265	636	1952	2879	736	2852	3163	14483
	20,1 - 26	3121	765	2690	4335	743	4913	5791	22358
	26,1 - 28	29	1	4	5	1	12	458	510
	28,1 - 32	30	88	561	1833	371	1831	2189	6903
Oltre 32	127	24	50	86	38	38	192	555	
GASOLIO Totale		17848	3745	10173	15977	4644	15437	16867	84691
Lombardia Totale		18154	3762	10181	15985	4656	15437	16868	85043

Tabella 2-56 Suddivisione Veicoli industriali pesanti, Regione Lombardia (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2020)

Autobus distinti per regione e uso. Anno 2020								
USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
Noleggio	176	26	245	574	278	728	958	2985
Privato	218	50	222	245	176	123	143	1177
Pubblico	264	21	439	1027	442	2211	2149	6553
Altri usi	26	5	13	9	1	2		56
Lombardia Totale	684	102	919	1855	897	3064	3250	10771

Tabella 2-57 Suddivisione Autobus, Regione Lombardia (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2019)

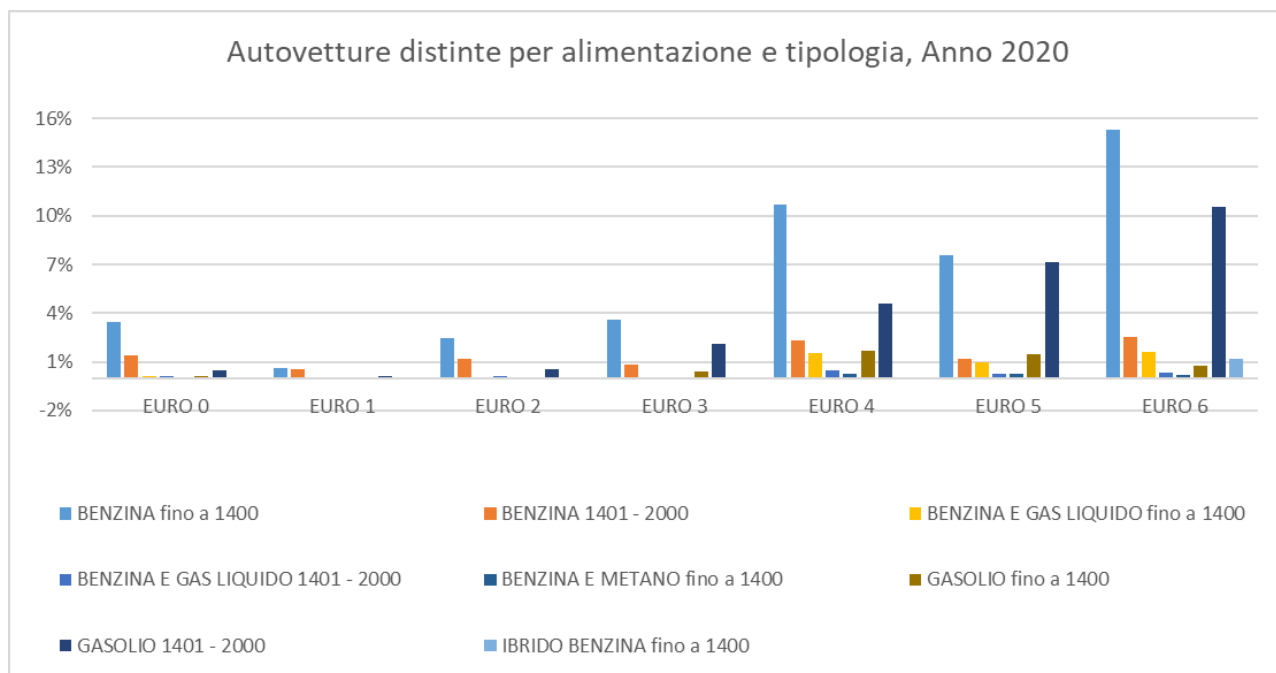


Figura 2-113 Suddivisione percentuale Autovetture, Regione Lombardia (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2020)

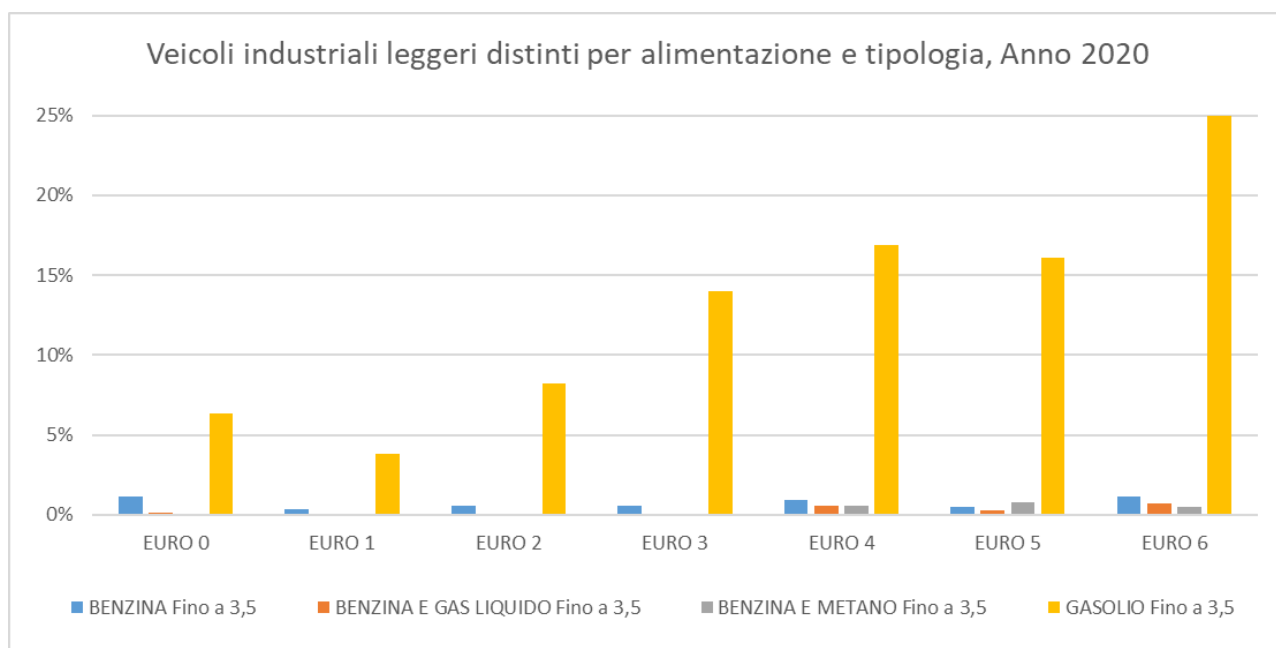


Figura 2-114 Suddivisione percentuale Veicoli industriali leggeri, Regione Lombardia (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2020)

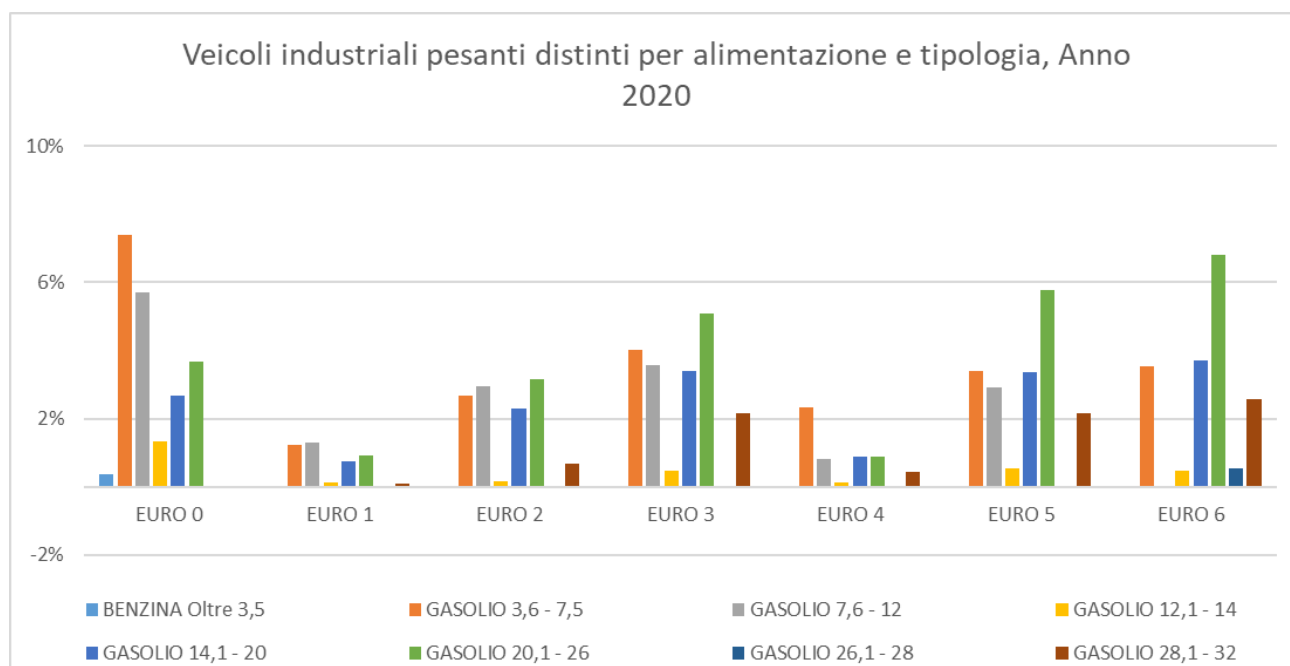


Figura 2-115 Suddivisione percentuale Veicoli industriali pesanti, Regione Lombardia (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2020)

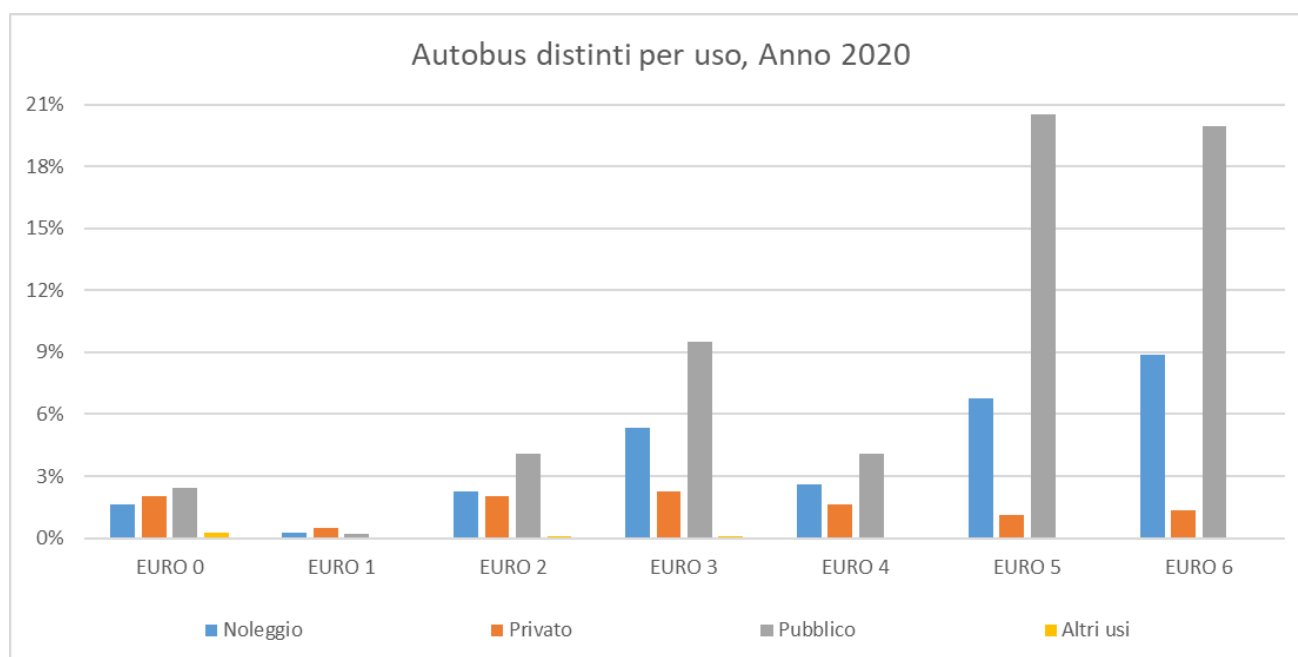


Figura 2-116 Suddivisione percentuale Autobus, Regione Lombardia (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2020)

Volumi e velocità del traffico circolante:

Nel presente paragrafo si forniscono i dati progettuali utilizzati per la stima dei fattori di emissione su Copert.

In particolare, come è stato definito nella parte 3 del presente Studio di Impatto Ambientale, è stata assunta per lo scenario attuale la seguente composizione di traffico relativa al traffico giornaliero medio registrato nel 2021 e le seguenti velocità medie, associate ad ogni arco della rete. La Tabella seguente riassume i valori di traffico giornaliero medio su ogni arco della rete stradale di riferimento, riportando tali valori distinti per veicoli leggeri e pesanti e le rispettive velocità associate.

Ramo	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti	Velocità mezzi leggeri (km/h)	Velocità mezzi pesanti (km/h)
A	8286	997	80	70
C	786	94	50	40
B	7500	904	80	70
F	7873	1350	80	70
D	750	125	50	40
E	7123	1225	80	70
L	393	47	50	40
G	375	62	50	40
H	375	62	50	40
I	393	47	50	40

Tabella 2-58 Dati di traffico e velocità medie per lo scenario attuale

Nella seguente figura è rappresentato il tracciato stradale attuale che è stato considerato per le simulazioni modellistiche.

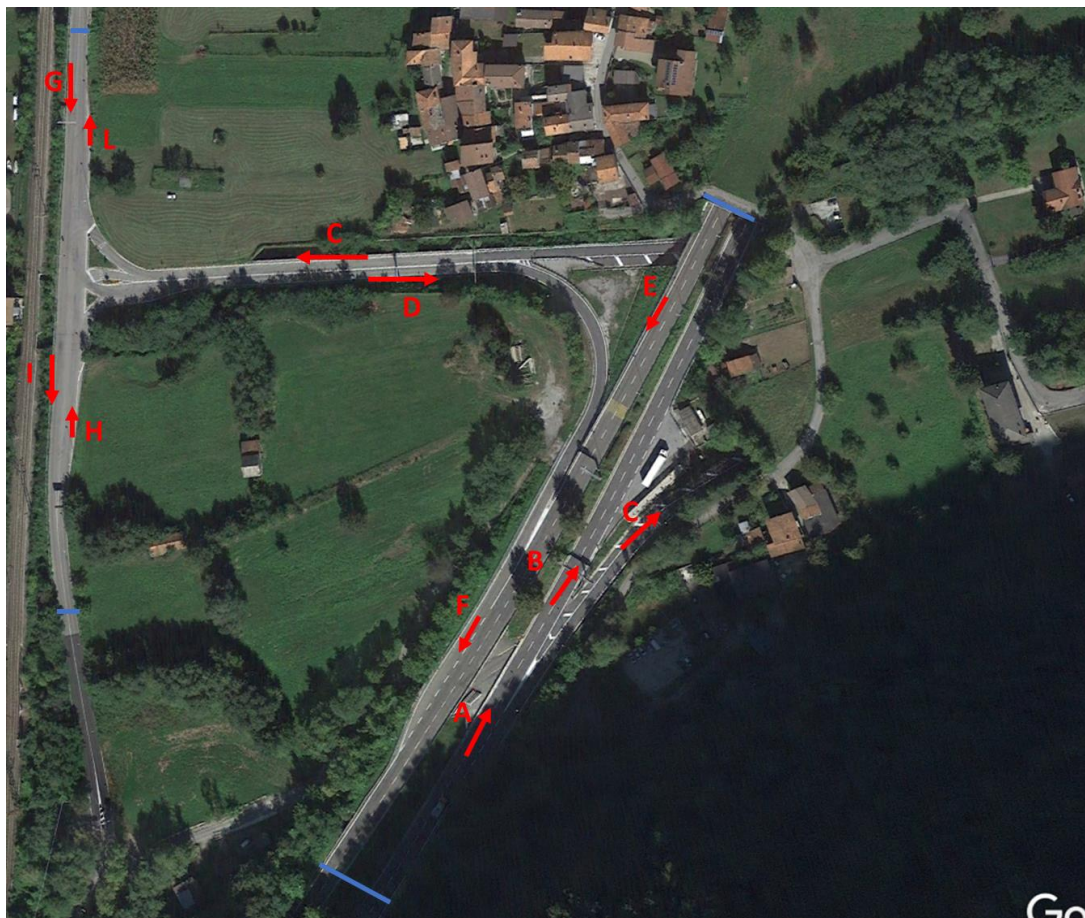


Figura 2-117 Tracciato attuale

Le sorgenti simulate

Per le simulazioni modellistiche dello scenario attuale sono state implementate all'interno di Calroads View delle sorgenti lineari in grado di riprodurre l'emissione stradale sul tracciato esistente.

I fattori di emissione:

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante, per i veicoli leggeri e pesanti.

In particolare, una volta analizzato il parco veicolare presente, si è ricavata la percentuale di veicoli per ogni tipologia di veicolo. Per ognuna di queste si è effettuato il prodotto con il valore di picco dell'inquinante in ambito urbano, ottenuto come output da Copert, e si sono ottenuti i fattori di

emissione della singola tipologia di veicolo. Si è poi effettuato il calcolo finale relativo alla determinazione del fattore di emissione per la totalità dei veicoli leggeri e per quella dei pesanti.

Gli inquinanti considerati con Copert, allo stato attuale, sono stati CO, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}.

Le velocità considerate, in coerenza con i range accettati dalla metodologia Copert, sono state 40, 50, 70 e 80 Km/h.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i fattori di emissione relativi al CO, all'NO_x, e al PM_{10.5} e in funzione delle velocità.

Inquinanti	Velocità (km/h)	Fattore di emissione leggeri (g/km*veicolo)	Fattore di emissione pesanti (g/km*veicolo)
CO	40	-	1,53-
	50	0,87	-
	70	-	1,93
	80	0,72	-
NO _x	40	-	5,66
	50	0,59	-
	70	-	6,38
	80	0,60	-
PM ₁₀	40	-	0,144
	50	0,010	-
	70	-	0,108
	80	0,011	-

Tabella 2-59 Fattore di emissione CO, NO_x e PM₁₀ di veicoli leggeri e pesanti - Scenario attuale

Definizione dei punti di calcolo

Come punti recettori, in prossimità dei quali sono state stimate le concentrazioni degli inquinanti, sono stati scelti i recettori più vicini dell'asse stesso, al fine di poter stimare la modificazione della qualità dell'aria sia nelle vicinanze delle opere di progetto. Nel complesso sono stati individuati 3 ricettori per valutare la protezione della salute umana e 1 ricettore per valutare le concentrazioni di inquinanti sulla vegetazione.

Di seguito, per ogni recettore individuato, oltre alla loro rappresentazione, se ne riportano le coordinate geografiche, la destinazione d'uso ed il comune di appartenenza.



Figura 2-118 Rappresentazione punti recettori

Recettore	Coordinate (m)		Destinazione d'uso	Comune
	X	Y		
R1	527203	5107373	Edificio residenziale	Colico, località Piona
R2	527123	5107380	Edificio residenziale	Colico, località Piona
R3	526925	5107411	Edificio residenziale	Colico, località Piona
V1	527275	5107159	Vegetazione	Colico, località Piona

Tabella 2-60 Coordinate geografiche dei punti recettori scelti per l'analisi

Definizione della maglia di calcolo

In aggiunta ai recettori puntuali è stata definita una maglia di calcolo comprendente la rete stradale di riferimento, grazie alla quale il modello di simulazione, calcolando le concentrazioni sui punti della maglia, riesce a generare delle curve di isoconcentrazione da poter rappresentare in forma grafica. In particolare, la maglia individuata per questa analisi di dettaglio è caratterizzata da un "buffer" intorno ai rami della rete stradale, caratterizzato da punti di calcolo posti ad una distanza di 10, 25 e 50 metri dalla strada, con una distanza reciproca rispettivamente di 10, 25 e 50 metro.

2.5.7.2 I dati di output delle simulazioni

Dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, descritta nel paragrafo precedente, è stato possibile ottenere l'output del modello, il quale ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale allo stato attuale.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Ossidi di Azoto NO_x;
- Biossido di Azoto NO₂;
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM10;
- Particolato PM2,5.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni medie annue è possibile far riferimento ai seguenti elaborati, specifici per ogni inquinante analizzato:

- T00IA20AMBPL01A "Planimetria dei ricettori e concentrazioni PM₁₀ – Stato attuale
- T00IA20AMBPL02A "Planimetria dei ricettori e concentrazioni NO_x – Stato attuale"
- T00IA20AMBPL03A "Planimetria dei ricettori e concentrazioni NO₂ - Stato attuale"
- T00IA20AMBPL04A "Planimetria dei ricettori e concentrazioni CO - Stato attuale"

Di seguito, invece, vengono riportati i risultati delle concentrazioni degli inquinanti di interesse stimati in corrispondenza dei punti recettori specifici, al fine di condurre le verifiche con i limiti definiti in normativa per ogni inquinante. Gli inquinanti in esame sono stati relazionati a diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente. Nello specifico si considera la media annua degli NO_x per la verifica dei limiti sulla vegetazione, mentre per la protezione della salute umana si fa riferimento alla media annua e ai massimi orari degli NO₂, alla media annua e giornaliera del PM10, alla media annua del PM2,5, alla media annua del Benzene e alla massima media sulle 8 ore consecutive per la CO. Nelle tabelle sottostanti si riportano dunque gli output delle simulazioni eseguite con Calroads per lo scenario attuale. Inoltre, al fine di stimare il valore complessivo di concentrazione risultante, è stato sommato ai valori di output il contributo del fondo rilevato dalle centraline di riferimento.

NO_x

SCENARIO ATTUALE – MEDIA ANNUA NO_x

Recettori	Concentrazione media annua di NO _x stimata [µg/m ³]	Concentrazione media annua di NO _x registrato dalla centralina [µg/m ³]	Concentrazione media annua di NO _x totale [µg/m ³]	Limite normativo [µg/m ³]	Incremento percentuale rispetto al fondo (%)
V1	0,47	32,40	32,87	30	1,45

Tabella 2-61 Valori di concentrazione media annua di NO_x– Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione in corrispondenza del recettore vegetazionale considerato, sommato al valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, risulta essere superiore al limite normativo di 30 µg/m³. Tale superamento non è comunque attribuibile al contributo derivante dal traffico veicolare circolante stimato, in quanto il valore di fondo misurato dalla centralina di riferimento è già di per sé superiore al limite normativo. Inoltre, si può osservare come, l'incremento percentuale derivante dal traffico veicolare rispetto al valore rilevato dalla centralina risulta pari al 1,45% per V1.

Pertanto, sulla base di tali risultati, il contributo diffusivo derivante dal traffico autostradale risulta essere sicuramente contenuto in termini di concentrazione media annua rispetto al valore di fondo sul ricettore V1.

NO₂

SCENARIO ATTUALE – VALORI ORARI NO₂

Recettore	Min [µg/m ³]	Percentili [µg/m ³]					Max [µg/m ³]
		50°	85°	90°	95°	99,8°	
R1	≈0	1,01	11,50	13,48	16,91	28,59	29,37
R2	≈0	1,34	5,80	7,07	9,02	13,20	13,54
R3	≈0	0,07	1,40	2,09	3,10	6,86	7,11

Tabella 2-62 Percentili e valori massimi e minimi orari NO₂ – Scenario attuale

SCENARIO ATTUALE – MEDIE ANNUE NO₂

Recettori	Concentrazione media annua di NO ₂ stimata [µg/m ³]	Concentrazione media annua di NO ₂ registrato dalla centralina [µg/m ³]	Concentrazione media annua di NO ₂ totale [µg/m ³]	Limite normativo [µg/m ³]
R1	4.35	21,4	25,75	40
R2	2.52	21,4	23,92	40
R3	0.62	21,4	22,02	40

Tabella 2-63 Valori di concentrazione media annua di NO₂ – Scenario attuale

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di NO₂, non sono emersi superamenti del valore normativo, sia in termini di media annua che di massimi orari. Per quanto riguarda i valori massimi orari, il recettore più critico è risultato R1, nel quale si registra una concentrazione massima oraria di NO₂, pari a 28,59 µg/m³ e una concentrazione media annua di 25,93 µg/m³.

CO

SCENARIO ATTUALE – MASSIMA MEDIA SU 8 ORE CONSECUTIVE DI CO

Recettori	Concentrazione massima media su 8 ore consecutive di CO stimata [mg/m ³]	Concentrazione media annua di CO registrato dalla centralina [mg/m ³]	Concentrazione massima media di CO totale [mg/m ³]	Limite normativo [mg/m ³]
R1	0,014	0,36	0,371	10
R2	0,007	0,36	0,367	10
R3	0,002	0,36	0,362	10

Tabella 2-64 Valori di concentrazione massima media di 8 ore di CO – Scenario attuale

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di CO non sono emersi superamenti del valore normativo. Il recettore residenziale più critico è risultato R1, nel quale si registra una concentrazione massima media su 8 ore di CO (comprensiva del fondo) pari a 0,371 mg/m³, ampiamente al di sotto del limite normativo di 10 mg/m³.

PM10

SCENARIO ATTUALE – VALORI GIORNALIERI PM10

Recettore	Min [µg/m ³]	Percentili [µg/m ³]					Max [µg/m ³]	Limite normativo [µg/m ³]
		50°	85°	90,4°	95°	99°		
R1	<0	0.07	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	50
R2	=0	0.04	0.06	0.07	0.08	0.11	0.13	50
R3	<0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	50

Tabella 2-65 Percentili e valori massimi e minimi giornalieri PM10– Scenario attuale

Recettori	Concentrazione media annua di PM10 stimata [µg/m ³]	Concentrazione media annua di PM10 registrato dalla centralina [µg/m ³]	Concentrazione media annua di PM10 totale [µg/m ³]	Limite normativo [µg/m ³]
R1	0,077	17,7	17,77	40
R2	0,048	17,7	17,74	40
R3	0,012	17,7	17,71	40

Tabella 2-66 Valori di concentrazione media annua di PM10 – Scenario attuale

Dall'analisi dei livelli di concentrazione di PM10, non sono emersi superamenti del valore normativo, sia in termini di media annua che di massimi giornalieri.

Per quanto riguarda i valori massimi giornalieri, il recettore più critico è risultato R1, nel quale si registra una concentrazione giornaliera di particolato grossolano pari a $0,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche per i valori annui il recettore più critico è risultato R1, nel quale si registra una concentrazione media annua totale di PM_{10} (comprensiva del fondo) pari a $17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Alla luce dei valori di media annua totale stimati per il particolato grossolano, essendo tali valori inferiori anche al limite di concentrazione media annua imposto per il $\text{PM}_{2,5}$, posto pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è possibile affermare che anche per quest'ultimo inquinante viene rispettato il limite normativo.

2.6 Sistema paesaggistico

2.6.1 Inquadramento tematico

L'area di interesse dal punto di vista dello studio del paesaggio e del patrimonio culturale viene individuata a partire dall'analisi dell'area vasta nella quale emergono i sistemi paesaggistici prevalenti e come si sono strutturati e modificati nel corso delle trasformazioni storiche del territorio, anche dal punto di vista morfologico. In secondo luogo, restringendo il campo ad una scala di maggiore dettaglio, è possibile comprendere la struttura del paesaggio nella sua configurazione attuale con tutti gli elementi caratterizzanti che ne fanno parte; infine, con l'analisi degli aspetti percettivi, il territorio viene letto dall'osservatore come una maglia nella quale andrà ad inserirsi l'intervento, valutandone i potenziali cambiamenti.

Il paesaggio individuato grazie al lavoro di analisi e sintesi interpretativa della documentazione del PTR/PPR della Lombardia, è distinguibile in base a caratteristiche e dominanti più o meno nette, a volte difficilmente perimetrabili. Tra i vari fattori considerati, la morfologia del territorio, associata alla litologia, è la caratteristica che di solito meglio descrive, alla scala regionale, l'assetto generale dei paesaggi, i cui limiti ricalcano in modo significativo le principali strutture morfologiche. L'operazione è stata eseguita attribuendo un criterio di priorità alle dominanti fisico-ambientali (ad esempio orli morfologici, elementi idrologici quali lame e fiumi, specchio lacustre, limiti di bosco), seguite dalle dominanti storico-antropiche (limiti di usi del suolo, viabilità principale e secondaria) e, quando i caratteri fisiografici non sembravano sufficienti a delimitare parti di paesaggio riconoscibili, si è cercato, a meno di forti difformità con la visione paesaggistica, di seguire confini amministrativi e altre perimetrazioni (confini comunali e provinciali, delimitazioni catastali, perimetrazioni riguardanti Parchi, Riserve e Siti di interesse naturalistico nazionale e regionale).

2.6.2 Il contesto paesaggistico di area vasta

Il disegno naturale della Regione Lombardia è basato su elementi di forza di grande evidenza e tali da generare profonde differenziazioni di ambiti e di condizioni. Esso è unitario ma diversificato. È organizzato su spazi montuosi e su spazi pianeggianti tra loro interconnessi, complementari, che si inseriscono nel più ampio quadro padano-alpino.

Secondo le indicazioni geologico-strutturali, la parte alpina della Lombardia è costituita dal prolungamento verso est dell'insieme "penninico" unità nodale della catena, che la faglia "insubrica", indicata dal solco della Valtellina, divide dalla fascia meridionale, austro-alpina, corrispondente al rilievo che incombe sulla pianura (Alpi Orobie e Prealpi). La pianura a sua volta risulta strutturata su una grande sinclinale variamente fagliata e colmata di sedimenti, che si aggancia a sud alle formazioni dell'Appennino. A queste strutture corrispondono morfologie diverse che si individuano all'interno di una generale divisione in aree su cui si modellano i principali paesaggi naturali. Le diverse unità idrografiche, che nella fascia prealpina comprendono laghi vallivi d'origine glaciale, hanno uno svolgimento in senso meridiano o sub meridiano, cioè nella direzione dei fiumi che cercano il Po.

L'area di indagine è classificata all'interno delle seguenti componenti paesaggistiche del PPR (Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) è sezione specifica del PTR, disciplina paesaggistica dello stesso, mantenendo comunque una compiuta unitarietà ed identità). Il PPR indica come "unità di paesaggio", ciò che si vorrebbe far corrispondere a una omogeneità percettiva, fondata sulla ripetitività dei motivi, un'organicità e un'unità di contenuti. Queste condizioni si verificano solo in parte negli ambiti geografici sopra definiti. In essi si trovano piuttosto modulazioni di paesaggio, cioè variazioni dovute al mutare, brusco o progressivo, delle situazioni naturali e antropiche.

Si tratta di variazioni di "stile", intendendo con ciò il prodotto visibile della combinazione di fattori naturali e di elementi storico-culturali. Tali variazioni stilistiche si manifestano secondo regole definite, in quanto quello stile, quella combinazione di elementi, quelle peculiarità territoriali possono ricorrere anche in ambiti geografici diversi. Ma esse entrano in modo organico e integrato a definirli uno per uno.

La struttura del paesaggio ha le sue modulazioni estreme passando dalle alte quote alpine, dove l'azione antropica è limitata o assente, alle aree di pianura in cui il segno umano è invece forte e dominante, assumendo, come nell'area metropolitana milanese, la consistenza della crosta incisa in modo inalienabile al punto tale da capovolgere gli stessi attributi identificativi del paesaggio.

Se la componente morfologica è pur sottintesa, non sarà la naturalità o la dimensione residuale del paesaggio agrario a connotarne le caratteristiche qualificative. Ma un paesaggio tipologicamente definito, potremmo definirlo quasi un endemismo paesistico, è quello invece dei

laghi prealpini che, non a caso, sotto il profilo ambientale già assume la denominazione propria di "paesaggio insubrico" (cfr. Figura 2-119).

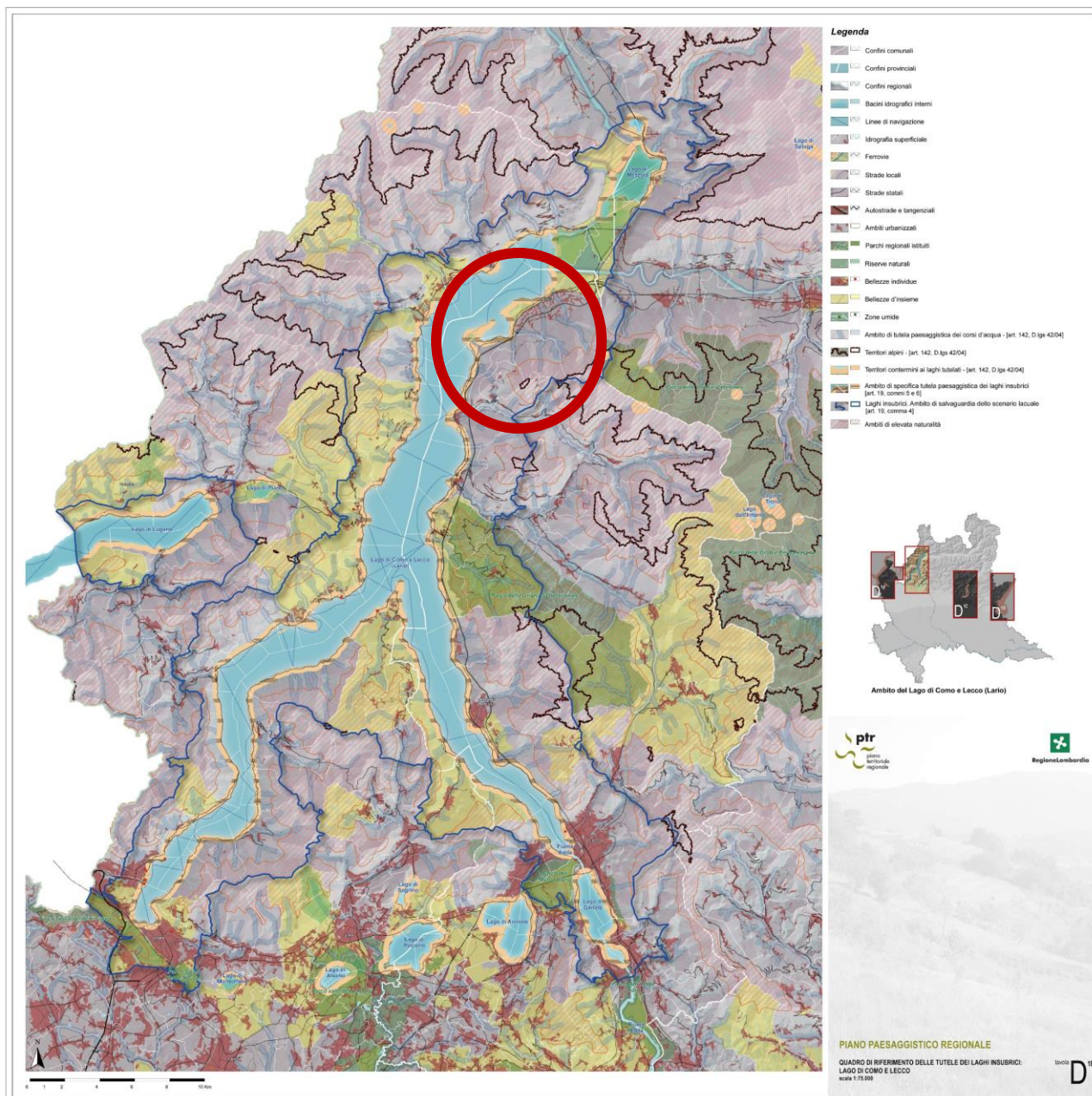


Figura 2-119 – PTR - Tavola D1b del PPR Lombardia – Quadro di riferimento delle tutele dei laghi insubrici: Lago di Lugano e Lago di Como e Lecco (in rosso ambito di progetto)

Ambiti e caratteri tipologici combinati fra loro servono a costruire l'identità paesaggistica della regione. Per questa ragione sono stati assunti in una rappresentazione cartografica integrata. Una

volta che, sia ambiti sia tipologie, siano stati identificati sulla tavola e descritti sinteticamente sarà anche possibile disaggregarne i contenuti costitutivi assegnando loro un codice generale di comportamento che valga a proteggerne l'identità. La tavola grafica di riferimento del PPR è la Tavola D1b: Quadro di riferimento delle tutele dei laghi insubrici: Lago di Lugano e Lago di Como e Lecco.

Fra le grandi categorie d'ambito da cui partire per dare un primo disegno della regione, si possono indicare le grandi fasce, in cui in modo elementare la si suole suddividere in senso longitudinale. Esse emergono dalle tavole geomorfologiche e naturalistiche e dalle carte dei tematismi antropici, relativi cioè al paesaggio agrario, al tessuto storico-culturale, alle qualità percettive dell'ambiente. Questa suddivisione riguarda, in altre parole, aree territoriali nelle quali si riconosce una costante di contenuti e di forme e una loro congruenza paesistica, come risultato di implicazioni insieme naturali e antropiche inscindibilmente connesse

L'identificazione dei caratteri tipologici del paesaggio lombardo descritti nel Piano paesaggistico segue un criterio gerarchico per cui all'interno di sei grandi ambiti geografici (a cui va aggiunto l'ambito avulso dei "paesaggi urbanizzati") si distingueranno tipologie e sotto tipologie.

Quello di nostro interesse, è quello relativo alla Fascia prealpina:

- V. Paesaggi dei laghi insubrici.

L'ambito geografico è quello denominato: 3.6 Lecchese.

Il paesaggio lecchese appare dominato dall'imponente edificio dolomitico del gruppo Grigna-Resegone. Lecco stessa giace sì in riva al lago, ma su di essa incombono precipiti pareti di roccia, stretti e dirupati varchi, canali percorsi da detriti, cime frastagliate e variamente fratturate dagli agenti erosivi. È dunque un paesaggio severo, che almeno in parte contrasta con le dolcezze lariane, con la funzione moderatrice del grande specchio d'acqua. Discendendo da Lecco verso la pianura, l'Adda prima di tornare in valle indugia in più piccoli laghi, contornati dall'affollata espansione edilizia dei centri dipendenti da Lecco; il Barro e il Crocione, ancora ampiamente vegetati, sono le due emergenze che dividono questa fascia fluvio-lacuale dalla Brianza e dal piano d'Erba. La parte settentrionale di questo territorio, eccettuata la sponda del Lario, i cui caratteri paesistici sono affini a quelli già individuati nel capitolo dedicato al Lario Comasco, afferisce alla Valsassina e alla Val

Varrone, ambiti territoriali di carattere prettamente prealpino. La Valsassina (Valle del Pioverna), in particolare, alterna i suoi aspetti di paesaggio fra larghi penepiani rivestiti da depositi morenici e cupe forre discendenti verso il lago. La disposizione degli abitati sui fianchi della valle separava in passato le due fasce agricole predominanti: campi e prati al di sotto, ovvero sul fondovalle; castagneti e apicoltura al di sopra, sui versanti.

L'espansione urbana di Lecco e dei centri industriali circostanti (Valmadrera, Civate, Calorziocorte ecc.) ha ormai saturato i corridoi morenici, in passato connotati da una forte costruzione del paesaggio agrario (gelso, vite). Si osserva in questo caso il singolare e ravvicinato contrasto fra il pedemonte intensamente urbanizzato, il lago e la circostante fascia dei rilievi, rocciosa, verticale, selvaggia, di grande valore naturale e paesistico. Un contrasto che, per certi versi, non disturba ma arricchisce lo scenario regionale e si propone quasi come simbolo del difficile equilibrio territoriale su cui si regge la Lombardia.

Ambiti, siti, beni paesaggistici esemplificativi dei caratteri costitutivi del paesaggio locale

Componenti del paesaggio fisico:

orridi (Bellano, Erve), **trovanti, dossi e rilievi (Piona, Montecchi di Colico – cfr. Figura 2-120)**, cavità e erosioni carsiche delle Grigne e del Resegone („porta" di Prada, canale di Val Cassina, ghiacciaia naturale di Moncodeno, sorgente del Fiumelatte), ripiani d'alta quota (Pertus);

Componenti del paesaggio naturale:

aree naturalistiche e faunistiche (Monte Barro, Gruppo delle Grigne, palude di Brivio, Corni di Canzo, Valle Ravella e Moregallo, Monte Legnone e Pizzo dei Tre Signori, Monte Tesoro);

Componenti del paesaggio agrario:

ambiti del paesaggio agrario particolarmente connotati (terrazzi della Muggiasca, prati-pascoli del Pallio di Morterone, prati e coltivi di Monte Marengo, castagneti della Valsassina e della Val Varrone, „campagna" di Colico e della penisola di Piona, „piani" di Bobbio, Artavaggio, Resinelli), nuclei rurali di Nesolio;

Componenti del paesaggio urbano:

nuclei rivieraschi a impianto urbanistico longitudinale (Varenna, Bellano) e altri nuclei particolarmente connotati (Castello di Lierna); centri storici montani di terrazzo o pendio (Premana, Perledo, Tremenico, Esino, Cortenova, Primaluna, Introzzo, Pagnona, Torre de' Busi, Carenno ...); nuclei di versante a lago (Maggiana, Mondonico, Rongio, Linzanico, Olgiasca, Villatico ...); altri centri storici (Lecco, Galbiate, Garlate, Olginate, Oggiono, Civate, Abbazia Lariana, Mandello del

Lario, Lierna, Dervio ...); sistema dei porti e delle darsene lacuali (Mandello, Bellano ...), lungolago (Lecco);

Componenti del paesaggio storico-culturale:

recinti fortificati (Corenno Plinio, Vezio) e altri presidi difensivi (Castello d'Arzona, Torre del Broncino, torre di Introbio, rocca di Baiedo); percorrenze piano-monte, selciati e sentieri ('risciulade' a Olcio, gradonate di Varenna e Bellano, gradonate e selciati della Valle San Martino), equipaggiamenti collettivi minori (fontane, lavatoi. ...); tracciati storici (Via Ducale della Riviera Orientale, „vie del ferro" della Val Varrone ...); ponti (ponte di Azzone a Lecco, ponte romano a Calolziocorte, ponti storici della Valsassina, Val Varrone, Val d'Esino ...);

archeologia industriale (luoghi della seta nel Lecchese, filande e incannatoi a Ello, Galbiate, Lecco, Abbazia Lariana; miniere, forni fusori e fucine della Valsassina e della Val Varrone; centrali elettriche); ville, parchi e giardini storici (villa Monastero a Varenna ...); monumenti isolati, edifici sacri di particolare evidenza paesaggistica (abbazia di Piona, santuario di Lezzeno, San Pietro di Civate, castello di Vercurago e santuario di San Girolamo ...); espressioni "minori" della religiosità popolare: "gesuoli", croci, vie Crucis, eremi, pilastrelli votivi per la peste; luoghi sacrali e rituali ("Fòò" di Barni, „Prà de la Tacà di Lezzeno, 'Zapel' delle Grigne, 'La Palestina' di Primaluna ...);

Componenti e caratteri percettivi del paesaggio:

luoghi letterari manzoniani; panorami, belvedere (Barro, Monte San Martino, Piani d'Erna ...); aree alpinistiche delle Grigne e del Resegone; altri luoghi dell'identità locale (ponte sull'Adda a Lecco, San Pietro di Civate ...).



Figura 2-120 – Paesaggio montano lungo la SP72 in direzione nord, ai margini delle sponde del lago

Descrizione delle unità tipologiche di paesaggio – Fascia prealpina

un territorio ampio, pari a circa un quarto della superficie regionale, che si salda a nord con i massicci

cristallini delle Alpi. La sezione prealpina lombarda è sostanzialmente formata da strutture sedimentarie, se si escludono le "finestre" di affioramento dello zoccolo paleozoico, cristallino, corrispondente alle Alpi Orobiche, all'alto Bresciano ad ovest della linea delle Giudicarie e a sud dell'Adamello. Questo massiccio è formato da un'unica massa intrusiva (tonalite) di graniti che costituisce una specie di bastione dell'intera fascia lombarda.

Le valli che penetrano le diverse masse montuose sono tutte fortemente incise, considerata la forte energia del rilievo delle zone più interne. Hanno sviluppo meridiano e presentano il tipico modellamento glaciale, sostenuto a suo tempo dalla grande capacità di alimentazione dei bacini vallivi interni interessati da trasfluenze e confluenze varie.

È la formazione dei laghi, dovuta ai materiali di costipazione e di sbarramento depositati dai ghiacciai pleistocenici, a rappresentare l'episodio più marcato della Lombardia prealpina. Essi introducono l'eccezionalità nel paesaggio, un'eccezionalità che si misura nei condizionamenti che questi bacini impongono alla penetrazione verso gli alti bacini vallivi, nell'amenità del paesaggio lacustre, nelle condizioni climatiche che le masse d'acqua inducono nell'ambiente locale, reso manifesto soprattutto nella vegetazione. Un abito vegetale le cui specificità furono suggellate dai botanici denominando Insubria la regione dei laghi lombardi. Qui si trovano specie mediterranee (come il leccio che si arrampica sui versanti rupestri del Garda), per non parlare delle piante coltivate, come l'olivo, e delle piante esotiche che ornano parchi e giardini delle ville.

Fra i solchi che penetrano verso l'interno delle Alpi, i laghi inducono una discriminazione netta anche dal punto di vista antropico. Benché sui versanti dei monti che vi prospettano si ritrovi un'organizzazione di tipo alpino non tanto diversa da quella che si ha nelle valli (organizzazione in senso altitudinale basata sullo sfruttamento del bosco e del pascolo d'alta quota), sulle rive lacustri si riscontra altresì un paesaggio del tutto particolare. Esso ha i suoi fulcri territoriali nei vecchi borghi posti sui conoidi di sponda o sui terrazzi; in passato la popolazione viveva sia utilizzando le risorse del lago (facendosi pescatori) sia le risorse della montagna sovrastante (bosco, pascoli, ecc.), ma oggi basano la loro economia sulla monocoltura turistica. In conseguenza di ciò sono avvenute trasformazioni profonde: residences, alberghi, seconde case sono sorti lungo lago, intorno ai vecchi borghi e alle ville della borghesia industriale del secolo scorso, ed anche a una quota superiore, sui versanti, non sono mancate le manomissioni.

L'industrializzazione, riconvertendo l'economia delle valli lombarde a partire dal secolo scorso, si è insediata anche sulle sponde dei laghi. Gli esempi non mancano, com'è il caso delle cartiere di Toscolano e del cotonificio di Campione del Garda, della cantieristica di Sarnico sul lago d'Iseo, dell'industria della moto a Mandello Lario, ecc. Le industrie prealpine però si trovano addensate anche e soprattutto in altre aree, in particolare nelle valli bergamasche Brembana e Seriana e poi nelle valli bresciane del Chiese e del Mella oltre che in Valcamonica. Qui l'impulso industriale è stato fortissimo e derivò da iniziative endogene, con radici di antica origine, che risalgono addirittura alla stessa manualità preistorica in grado di produrre in Val Camonica lo straordinario tesoro delle incisioni rupestri.

Industrie tessili e industrie metallurgiche, con spiccate aree di specializzazione e sotto specializzazione (setificio, cotonificio, lanificio nel primo caso, armi da fuoco, coltelleria, tondino di

ferro per l'edilizia nel secondo caso) sono alla base di un paesaggio vallivo a suo modo unico per la densità della dimensione urbanizzata e per i modi disordinati con cui essa si è esplicitata. Paesaggio dell'abbondanza, del dinamismo valligiano che però contrasta con quello montanaro che si ritrova alle quote superiori, sugli alti versanti e sulle dorsali intervallive, dove sopravvivono residualmente i generi di vita tradizionali, sia pure integrati dal pendolarismo di manodopera verso le industrie di fondovalle. Un'altra attività che incide sul paesaggio prealpino è quella estrattiva, che nelle Prealpi bergamasche e bresciane ha uno dei suoi più importanti distretti.

Superiormente si trovano le montagne-scenari della fascia prealpina, i massicci calcareo dolomitici che troneggiano alti, formano gli sfondi imprescindibili, sacralizzati, del paesaggio lombardo (così li rappresentò anche Leonardo da Vinci, sfondi rupestri, sfondi di sogno, alti sopra il turbinio vitale della pianura). Sono i massicci che ogni lombardo conosce, alcuni visibili nei giorni di "fohn" persino da Milano: come le Grigne, il Resegone, ecc.; e poi internamente la Presolana, la Concarena, ecc. Montagne che rappresentano la naturalità della Lombardia, anche se frequentate da un escursionismo estivo e domenicale che va considerato un po' come una fuga delle popolazioni dal caos della megalopoli padana.

L'aggressione edilizia ha intaccato alla loro base queste montagne in modi stridenti: seconde case si sono inserite in ogni angolo, alla ricerca di panoramicità e isolamento, anche se prevalentemente appoggiandosi ai vecchi centri dotati di servizi (vedi in questo caso alcuni centri della Valsassina). Alle quote superiori le vecchie sedi d'alpeggio sono diventate lo spazio dell'escursionismo estivo e degli sport della neve.

Nelle testate delle valli Brembana e Seriana sono sorti frequentati centri sciistici ed in funzione di ciò ecco la nascita delle nuove "città di montagna", simili a trapianti urbani, emanazioni comunque della forza irradiante di Milano e degli altri centri dell'alta pianura e delle sue appendici vallive (Foppolo, Presolana, Monte Campione, Monte Pora, Valbondione, ecc.). Una complementarità di usi territoriali che ha trovato i suoi assestamenti spontanei, con tutte le storture e gli adattamenti connessi, non governata secondo un disegno organico. L'istituzione recente dei parchi di Campo dei Fiori, delle Orobie e dell'alto Garda, a cui si aggiungerà in futuro quello delle Grigne, riconosce l'importanza di queste aree di natura in un ambito regionale per il resto così profondamente antropizzato. In altro modo si realizza così quel rapporto tra pianura e montagna che condiziona da sempre gli usi territoriali della Lombardia.

V. Paesaggi dei Laghi insubrici

Questo paesaggio non è solo uno dei più peculiari della fascia prealpina (cfr. Figura 2-121) ma è anche uno dei più significativi e celebrati della Lombardia e d'Italia. Esso richiama la storia geologica della formazione delle Alpi, le vicende climatiche, e con queste, anche le morfologie e le forme di insediamento di periodo storico. I laghi occupano la sezione inferiore dei bacini vallivi che scendono dalle catene più interne. Questi invasi sono il risultato di fratture antiche e di modellamenti glaciali pleistocenici. Tutti sono racchiusi dalle dorsali prealpine. Solo in corrispondenza del lago di Garda l'espansione delle acque di accumulo ha superato i limiti della valle del Sarca investendo con un largo arco di sbarramento morenico una parte della pianura.



Figura 2-121 – Vista del lago dalla spiaggia di Piona verso l'Abbazia cistercense di Santa Maria di Piona

La presenza dei laghi condiziona fortemente il clima e l'abito vegetale dei luoghi assumendo quella specificità, detta insubrica, rappresentata da una flora spontanea o di importazione (dai lecci, all'ulivo, al cipresso) propria degli orizzonti mediterranei. Ma alla presenza delle acque lacustri si devono numerosi altri elementi di singolarità riguardanti l'organizzazione degli spazi (tipo di colture, di insediamento, attività tradizionali come la pesca, interrelazioni per via d'acqua...) e le testimonianze storiche, la percezione e la fruizione del paesaggio come scenario di soggiorno e turismo. Al richiamo del paesaggio lacustre si collega la formazione dell'immagine romantica e

pittorica dei luoghi, delle ville e dei giardini, vero e proprio "paesaggio estetico", declamato nella letteratura classica (Manzoni, Stendhal, Fogazzaro) e di viaggio, raffigurato nel vedutismo e nella pittura di genere. La fascia spondale, così caratterizzata, è poi sovrastata da fasce altitudinali che si svolgono lungo i versanti in modi tradizionalmente non tanto dissimili da quelli delle valli proprie. La mancanza di un fondovalle genera però una sorta di lenta aggressione edilizia delle pendici (vedi Cernobbio o Moltrasio) che, seppur connotata da basse densità volumetriche, impone comunque una riflessione su un così alto consumo di suolo paesaggisticamente pregiato (e forse, proprio per questo, così ambito). In questi stessi ambiti non mancano poi comparti industriali in via di totale riconversione produttiva.

Indirizzi di tutela (paesaggi dei laghi insubrici).

Al paesaggio dei laghi prealpini il Piano Paesaggistico Regionale deve rivolgere l'attenzione più scrupolosa, per l'importanza che esso riveste nel formare l'immagine della Lombardia. La tutela va esercitata anzitutto nella difesa dell'ambiente naturale, con verifiche di compatibilità di ogni intervento che possa turbare equilibri locali o di contesto. Difesa quindi della residua naturalità delle sponde, dei corsi d'acqua affluenti a lago, delle condizioni di salute delle acque stesse che sono alla base della vita biologica di questi ecosistemi, difesa delle emergenze geomorfologiche. Dalle rive deve essere assicurata la massima percezione dello specchio lacustre e dei circostanti scenari montuosi. La trasformazione, quando ammessa, deve assoggettarsi oltre che al rispetto delle visuali di cui sopra, anche alla salvaguardia del contesto storico. Gli alti valori di naturalità impongono una tutela assai rigida di tutto ciò che compone la specificità insubrica (dalle associazioni arboree dei versanti alla presenza di sempreverdi "esotici" quali olivi, cipressi, palme ...). Le testimonianze dell'ambiente umano, che spiccano in particolare modo nell'ambito dei laghi (borghi e loro architetture, porti, percorsi, chiese, ville nobiliari...), vanno tutelate e valorizzate.



Figura 2-122 – Paesaggio insubrico verso Domaso in direzione nordovest

Tutela specifica e interventi di risanamento vanno esercitati sui giardini e i parchi storici (si pensi al solo, esecrabile, caso di abbandono dello storico giardino del Merlo, fra Musso e Dongo), sul paesaggio agrario tradizionale (si pensi agli splendidi ripiani coltivati della Muggiasca o a quelli dei Borai di Predore). Anche i livelli altitudinali posti al di sopra delle sponde lacustri vanno protetti nei loro contenuti e nel loro contesto, nella loro panoramicità, nel loro rapporto armonico con la fascia a lago.

L'acqua

È l'elemento naturale dominante del paesaggio nella regione insubrica (cfr. Figura 2-122), sia essa distesa nei grandi specchi dei laghi, sia essa tumultuosa e rumoreggiante negli orridi e negli anfratti dei gradini glaciali, sia ancora raccolta e regolata negli alvei dei grandi fiumi. La sua presenza, oltre a stabilire precisi influssi sul microclima e sulla vegetazione, arricchisce lo scenario, attenuando la severità dei rilievi, delineando linee di fuga orizzontali sui divergenti profili dei monti. Va tutelata e rispettata, va disinquinata. Va disincentivato l'uso di mezzi nautici a motore. Se necessari, darsene e porti turistici si devono realizzare secondo criteri localizzativi accurati, con dimensioni contenute e con l'adozione di elementi decorativi che traggano spunto dalla tradizione.

Infine, tutta la cultura materiale che ha tratto dalla risorsa acqua un grande bagaglio di tecniche e conoscenze va rispettata e non dimenticata: dalle pratiche di pesca, ai commerci via lago, alle tipologie delle imbarcazioni (basti pensare all'immagine della barca lariana nell'identificazione del paesaggio lariano).

Le sponde

Le sponde dei laghi sono l'essenza e il fulcro del paesaggio insubrico. La loro compromissione ha assunto caratteri deleteri solo da data relativamente recente. In passato, specie nell'Ottocento, la costruzione dei lungolaghi (sebbene criticabile sotto il profilo della conservazione dell'originaria trama dei borghi lacuali, perpendicolari e non paralleli alla sponda) e l'infoltimento delle ville borghesi aveva assunto caratteri e dimensioni tali da non compromettere l'estetica dei luoghi, anzi aveva generato una sua estetica propria, largamente idealizzata dalla propaganda turistica. La successiva costruzione delle strade litoranee (conclusa solo nella prima metà del XX secolo), la privatizzazione degli arenili, l'edificazione e la sostituzione edilizia negli abitati ha stravolto il delicato equilibrio preesistente. Occorre qui delineare una nuova filosofia che interpreti il senso di ogni ulteriore trasformazione in questi luoghi, riprendendo magari i criteri che accompagnarono le prime realizzazioni urbane, ricche di decoro, stile e misura. Sono particolarmente criticabili tutti gli interventi "fuori scala" rispetto al contesto ambientale, così minuto e parcellizzato, l'uso di materiali edilizi impropri, tinteggiature non confacenti. Resterà di monito ai posteri l'incredibile edificio condominiale issato a mezzacosta sul ramo di Lecco, sopra Onno. Le sponde dei laghi non devono essere ulteriormente alterate, ma al contrario si deve esaltarne la residua naturalità. Si deve evitare la costruzione di infrastrutture di grosso peso o si devono mimetizzare con grande efficacia. Tutte le aree di risulta, rese tali dall'ammodernamento della rete viaria (vecchi tracciati stradali dismessi), devono essere recuperate per uso turistico come piste pedonali o ciclabili valorizzando la loro funzione paesaggistica. Un problema particolare è quello della conservazione di parchi e giardini storici, sempre più soggetti a disinvolute operazioni di smembramento e lottizzazione. Vanno rispettati nella loro integrità, anche di sistema, laddove essi si dispongono a cortina lungo interi tratti spondali. In questi luoghi deputati alla bellezza, lunghi spesso decine di chilometri (si pensi al tratto da Borgo Vico di Como fino a Carate Urio e oltre), la cura del patrimonio esistente si deve estendere sia ai manufatti edilizi sia al corredo arboreo che li inviluppa e li impreziosisce.

Il clima e la vegetazione

La rilevante funzione termoregolatrice dei laghi esercita benefici influssi sulla vegetazione che si manifesta con aspetti assolutamente unici a queste latitudini e a così prossima vicinanza con gli ambienti freddi degli orizzonti alpini. Per questo motivo, la flora insubrica, nella sua consistente varietà di specie, deve essere largamente protetta. Ma la protezione non deve riguardare solo la singola specie, ma in molti casi l'intero scenario naturale che le fa da contorno. Vanno tutelate e incentivate le colture tipiche di questi ambienti: i frutteti, i vigneti, gli uliveti e, a un gradino più in su, i castagneti. In pari tempo vanno governate e mantenute le associazioni vegetali del bosco ceduo di versante e le sistemazioni agrarie terrazzate. Vanno censite e governate tutte le essenze esotiche dei parchi e dei giardini storici. Va migliorato il patrimonio boschivo, laddove si segnalino estese rinaturalizzazioni.

Gli insediamenti e le percorrenze

L'impianto urbanistico dei borghi lacuali (Varenna, Bellano, Menaggio ecc.) assume connotati di assoluta unicità con andamenti e assi pedonali perpendicolari alla sponda e sistemazioni edilizie a gradonate. Tale disegno dovrebbe essere mantenuto evitando che le espansioni recenti consegnino una lettura complessiva alterata. Si osserva infatti la comune tendenza ad espandere i nuclei seguendo le sinuose ramificazioni delle strade che dal vecchio nucleo risalgono i versanti secondo una disposizione a schiera di lotti edificabili. Tale criterio comporta un enorme consumo di suolo, su lembi di ben conservato paesaggio agrario, e si rivela l'esatto opposto della consolidata sistemazione edilizia a ripiani sovrapposti e degradanti verso lago. Evidentemente la necessità di fornire a ogni residente un accesso veicolare ha determinato questa scelta. L'impiego di parcheggi collettivi, peraltro condizione obbligata per i residenti nei vecchi nuclei, potrebbe comportare una diversa organizzazione urbanistica delle aree in via di nuova edificazione e un più consona dialogo con le preesistenze. L'ampliamento e la sistemazione dei lungolaghi devono riprendere i caratteri decorativi tradizionali evitando l'eccessivo impiego di elementi standardizzati di arredo urbano. Anche la preziosa concatenazione dei nuclei temporanei di mezza costa ("monti" o "alpi") va conservata nella sua integrità con l'adozione di criteri riabilitativi congrui con la tradizione. Va disincentivata la costruzione di strade carrozzabili sulle pendici che sporgono a lago, sia per il loro non evitabile impatto, sia per le loro spesso eccessive dimensioni. Si deve propendere invece per tracciati che consentano l'accesso a soli mezzi speciali per i frontisti, mantenendo tipologie costruttive tradizionali (selciati, muri in pietra, pendenze anche sentite che evitino un eccessivo sviluppo planimetrico del tracciato). Si deve evitare la compromissione e l'abbandono dei precedenti tracciati pedonali, anzi se ne deve valorizzare la funzione escursionistica recuperando tutti i loro elementi costitutivi: gradonate, selciati, muri, santelle, fontane, soste ecc. L'ammodernamento dei

tracciati stradali principali lungolago deve sottostare a precise indicazioni per il loro perfetto inserimento nel paesaggio. Sotto questo profilo si può affermare che non sempre la soluzione in galleria risulti la più efficace poiché viene a cadere la funzione attiva della strada stessa nella percezione del paesaggio. Inoltre, la costruzione di gallerie, specie di quelle solo parzialmente coperte, deve contemplare criteri di mitigazione dell'impatto molto più ricercati di quelli attuali. L'impiego di travature lineari risulta in questo senso sconsigliato e risulta più idonea l'assimilazione di forme a volta, largamente impiegate nel passato, provvedendo sempre al rivestimento in pietra e a intensivi interventi di arredo vegetale.

L'idealizzazione

Molti luoghi dei laghi hanno assunto nel tempo una precisa identificazione collettiva: le isole (Montisola, Isola Comacina, le isole del Benaco ecc.), le punte e gli scogli (Bellagio, le punte delle Croci sul Sebino, la punta della Cavagnola sul Lario ecc.), le rupi (Caldé, Musso, i 'bogn' sebini ecc.), golfi e seni (Salò, Laveno ecc.). Dalla loro integrità discende la trasmissibilità dell'immagine paesistica insubrica (cfr. Figura 2-123). Come pure vanno tutelati i belvedere e i punti di osservazione posti sui versanti che sporgono a lago, spesso indicati dalla presenza di santuari o chiese (Lezzeno, San Martino di Tremezzo, Montecastello a Tignale ...). Deve essere mantenuta la loro accessibilità pedonale.

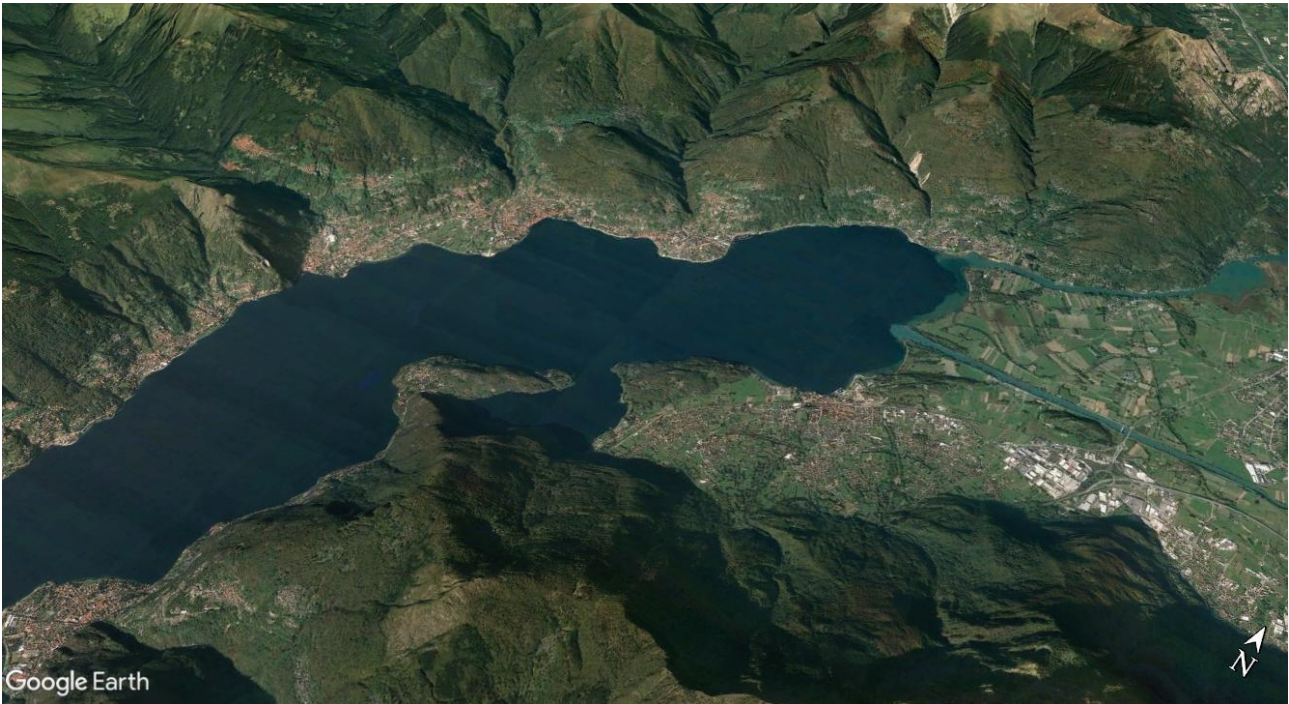


Figura 2-123 – Vista aerea della parte nord del lago di Como; a destra l'immissione nel bacino lacustre del corso acquifero dei fiumi Adda e Mera

2.6.3 La struttura del paesaggio nell'area di intervento

Il paesaggio colichese, dominato dall'imponente complesso del Monte Legnone, ma mediato dalla geometria dolce dei conoidi che, si immergono nella piana, ricca d'acqua sorgiva, fino al lago e al tratto terminale del corso del Fiume Adda, appare carico di contrasti.

La parte orientale del territorio, superato il crinale spartiacque del M. Legnone, scende alla Val Sassina e alla Val Varrone, ambiti territoriali di carattere prettamente prealpino.

La Val Sassina (Valle del Pioverna), in particolare, alterna i suoi aspetti di paesaggio fra larghi penepiani rivestiti da depositi morenici e cupe forre discendenti verso il lago.

Il territorio di Colico, si caratterizza quindi quale luogo di mediazione tra lago - fiume e montagna; da un lato, il contrafforte montano, argine delle Valli Sassina e Varrone, dall'altro lato, la piana, già foce dell'Adda, bonificata dagli spagnoli e dagli austriaci, sulla quale si ergono le formazioni dei Montecchio e nel mezzo il paesaggio rassicurante dei conoidi (cfr. Figura 2-124).

- Componenti del paesaggio fisico: dossi e rilievi (Piona, Montecchi di Colico).
- Componenti del paesaggio agrario: campagna di Colico e della penisola di Piona.

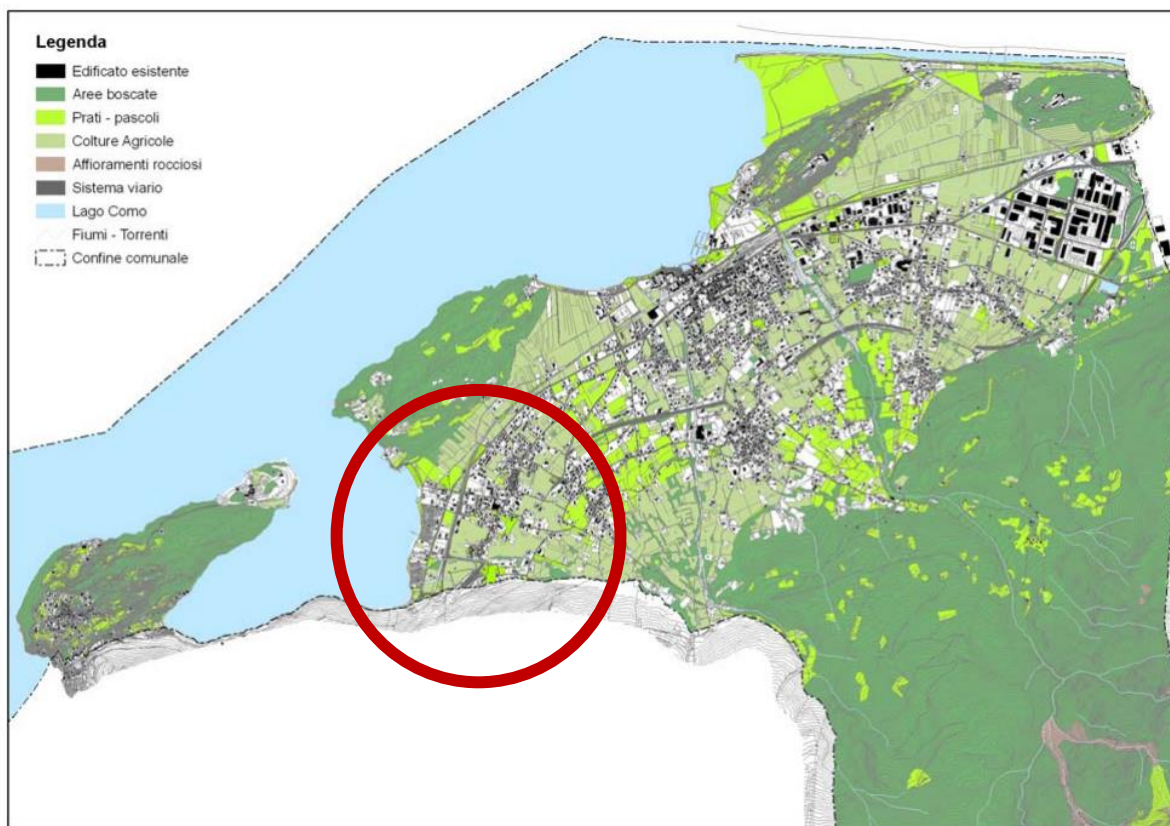


Figura 2-124 – Struttura del paesaggio colichese tratta da Allegato 4) Contenuti paesaggistici del PGT – Relazione – In rosso area localizzazione progetto - fonte: <https://www.comune.colico.lc.it/index.php/pgt/documento-di-piano/relazione-ddp-1/1204-colico-rel-dp-allegato-4-contenuti-paesaggistici-del-piano/file>

Il territorio comunale di Colico risulta afferente a due Sistemi Territoriali:

- Laghi, ciascun lago costituisce un sistema geograficamente unitario, corrispondente al bacino idrogeologico di appartenenza, in cui corpo d'acqua lacustre, affluenti, effluenti e sponde sono integrati tra loro; ciascuno presenta quindi caratteristiche peculiari. Tuttavia, il riconoscimento della natura del sistema nel suo complesso consente di valutarne globalmente le potenzialità non solo per uno sviluppo locale, ma per una strategia di crescita a livello regionale.
- Montagna, articolato nella struttura geografica, con altitudini, situazioni climatiche e ambientali molto diverse ma, nel complesso, tutti i differenti ambiti che la compongono intrattengono con la restante parte del territorio regionale relazioni che ne fanno un tutt'uno distinguibile, su cui peraltro si è incentrata molta parte dell'azione regionale volta alla valorizzazione, allo sviluppo e alla tutela del territorio montano, oltre che agli interventi di difesa del suolo.

Per ognuno di questi sistemi sono descritti punti di forza, punti di debolezza, opportunità, minacce e obiettivi.

Il territorio di Colico è inserito nell'elenco dei comuni assoggettati alla disciplina dell'art. 17, "ambiti di elevata naturalità", per la parte del territorio comunale al di sopra della curva di livello dei 1.000 m. Gli elementi strutturali del paesaggio sono caratterizzati dalla presenza quindi di elementi naturali, montagne, specchio lacustre, sponde, aree naturali con prevalenza a prati-pascoli che connettono aree urbanizzate a bassa densità abitativa, sorte per lo più su crinali o lungo le strade rurali e quelle consolidate, sorte nel tempo lungo gli assi principali della mobilità (ferrovia-strada provinciale). La SS38 attraversa sostanzialmente il territorio in galleria. Il tratto di circa 340 mt all'aperto è quello in esame dove si realizzeranno le opere di svincolo sulla SS36.

A nord aree produttive realizzate all'imbocco della strada per la Valtellina rappresentano insediamenti di rilievo sul mosaico del territorio che hanno comportato una modifica irreversibile dei rapporti tra costruito e ambiente circostante, interessando fortemente il sistema della mobilità.

Il sistema urbano di Colico si è ormai strutturato in una conurbazione, alla scala comunale, estesa all'insieme dei nuclei abitati storici, a livello sovracomunale, agganciandosi a Piantedo (Sondrio) e quindi al sistema insediativo allungato lungo la SS. 38 (cfr.



Figura 2-125).

Il territorio di Colico, storicamente luogo di confine, dell'uno o dell'altro presidio cui veniva aggregato (Bellano, Delebio, Gravedona) Percorrendo Via Nazionale (ex SS 36, nord - sud), il paesaggio urbano, da Laghetto al trivio di Fuentes, è continuo e denso lungo il lato di monte, con alcune finestre, che costituiscono altresì dei varchi nella cortina edificata, mentre il lato a lago è saturato lungo la baia di Piona, frammentato sino al centro di Colico, senza soluzione di continuità fino al trivio di Fuentes.

Le aree costituenti il sistema rurale, paesistico e ambientale, di Colico, sono morfologicamente e geologicamente appartenenti a diversi sistemi:

- la piana, a ovest di Via Nazionale, è caratterizzata dall'emersione del sistema collinare di elevata intensità paesaggistica dei "Montecchi" e del Promontorio di Olgiasca marginalmente antropizzati da insediamenti di rilevanza storica, religiosa, culturale, architettonica, rurale, e dal centro urbano di Colico, storicamente recente rispetto alla diffusa antropizzazione dei conoidi.
- i conoidi di Colico, a destra lungo Via Nazionale, segnati dalle incisioni dei Torrenti Inganna, Perlino e Voh, disegnati dalla trama di filari, siepi, strade campestri, che conservano e tramandano le forme di una organizzazione spaziale e colturale del suolo, per quanto invasa e in parte cancellata dalla diffusione degli insediamenti che rende sempre più difficoltosa l'identificazione geografica dei luoghi e la percezione dell'assetto storico del territorio.



Figura 2-125 – Abitazioni lungo il crinale ad est della Strada nazionale Sud con sfondo il massiccio del Monte Legnone

Alla vasta estensione del territorio del comune di Colico, corrisponde un'articolata qualificazione e significatività dei paesaggi presenti, riferibile al territorio agro-forestale, sia sotto il profilo della conservazione della memoria e dei caratteri originari, sia per il ruolo multifunzionale oggi attribuito al territorio e alle attività agricole e alla domanda di qualità dell'ambiente.

Dal punto di vista dell'integrità, le unità di paesaggio che manifestano puntuali condizioni negative, sono i Conoidi, la costa.

I conoidi, in quanto interessati da edilizia diffusa, che solo parzialmente il Piano organizza e riconosce in ambiti urbanisticamente governati

La costa, a causa della presenza di attrezzature ricettive all'aperto (lungolago Polti, baia di Piona), per le quali il piano promuove la rilocalizzazione (lungolago Polti) e l'apertura di varchi di connessione ambientale (baia di Piona).

Dalla lettura geo-morfologica del territorio e dalla fotointerpretazione dell'uso del suolo si evidenziano caratteristiche peculiari, che consentono di identificare i seguenti ambiti di riferimento:

- Antropizzato, corrispondente ai centri urbani e all'edificato diffuso sul territorio.
- Lacuale, corrispondente alle aree della linea di costa, alle infrastrutture per la navigazione esistenti, ecc.

- Rurale, anch'esso antropizzato, caratterizzato dalla presenza di componenti naturali dei luoghi, distintive dal punto di vista geografico, rappresentative dell'attività dell'uomo.
- Pedemontano e montano. corrispondente al territorio oltre quota + 350 slm, caratterizzato dalla presenza di componenti naturali dei luoghi e distintive dal punto di vista geografico.

Nel PGT (Colico-Relazione-DP-Allegato 4) - Approvazione - Contenuti paesaggistici del piano) l'area di progetto è sostanzialmente al margine sud dell'area individuata nel settore 3 - Aree pianeggianti tra il Montecchio sud e P.zza Garibaldi. Comprende un'area poligonale allungata che si incunea tra il Montecchio sud e la ferrovia Lecco – Sondrio (cfr. Figura 2-126).

La delimitazione di questo settore deriva dalla sua importanza strategica per la conservazione del paesaggio naturale di Colico; esso, infatti, funge parzialmente da area di ponte tra il laghetto di Piona (Baia di Piona) e il Montecchio sud.

Il Settore 3 è di massima sensibilità che necessita di tutela, ciò per evitare la rottura della continuità tra i Montecchi, cosa che, all'inverso, si verifica tra Cascina Folletto e Montecchio.

L'indagine di campo ha rilevato la presenza diffusa di praterie umide (Tipologia D), intervallate da seminativi di granoturco; ciò ha permesso la conservazione della percezione paesaggistica con numerosi punti panoramici in direzione del Montecchio sud, dell'alto Lario e del lago di Como.

Il settore è attraversato da una strada di campagna, Via dei Ciacc, che funge anche da percorso ciclabile. La conservazione nel tempo di questo settore è dovuta a due fattori ben evidenti:

- la presenza della linea ferroviaria, che ha bloccato l'espansione dell'edificato.
- i prati umidi, non del tutto bonificati, posti tra la ferrovia e il Montecchio sud, che rendono l'area non idonea per l'edificazione.

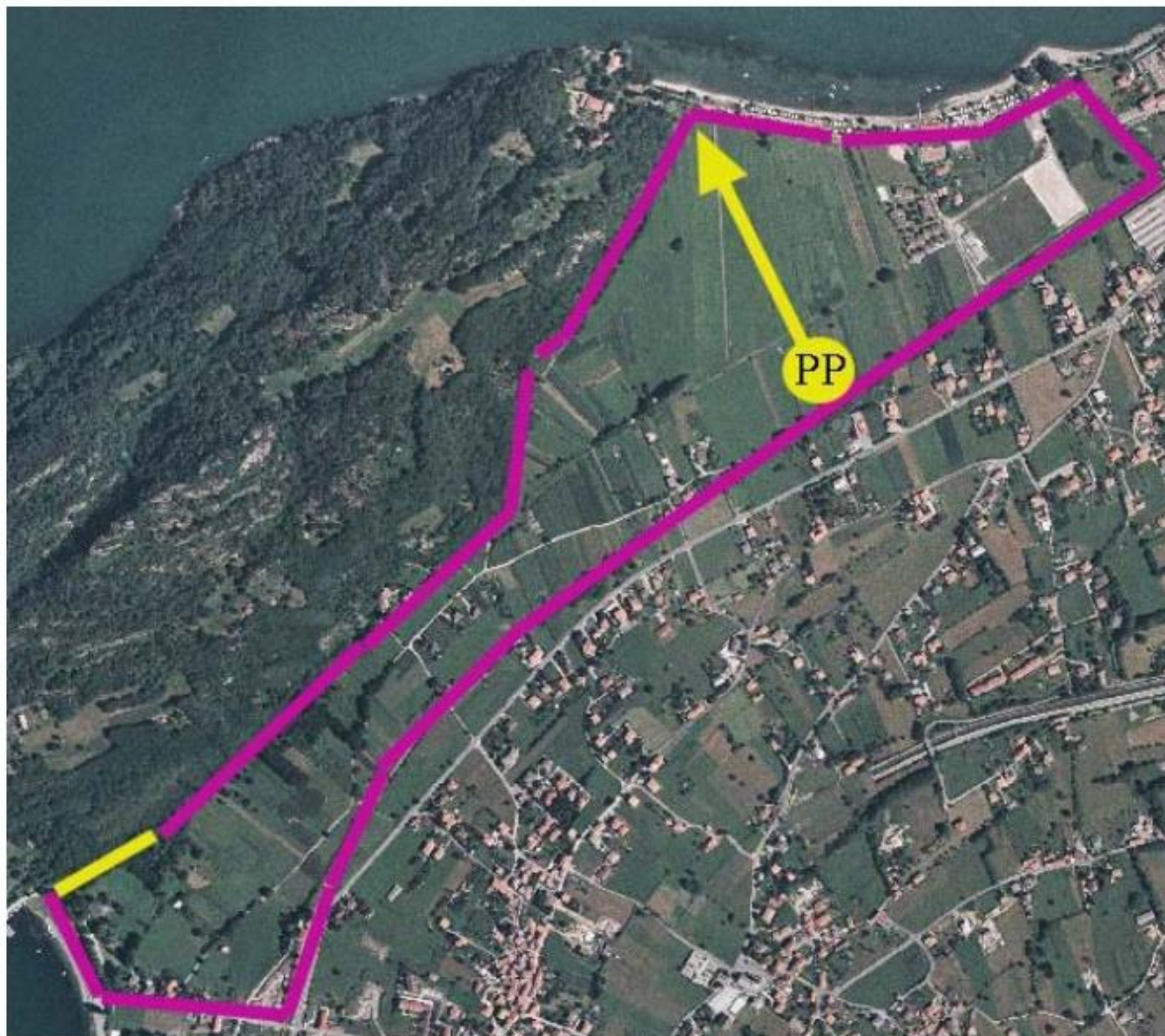


Figura 2-126 - Settore 3, area di rilevanza paesaggistica da conservare e tutelare PGT Colico – fonte: <https://www.comune.colico.lc.it/index.php/pgt/documento-di-piano/relazione-ddp-1/1204-colico-rel-dp-allegato-4-contenuti-paesaggistici-del-piano/file>

Nella carta della carta del contesto e della struttura del paesaggio (cfr. Figura 2 108), il sistema insediativo è presente con un tessuto edilizio sviluppato a bassa densità abitativa lungo la rete stradale della mobilità principale e secondaria; lungo le sponde del lago sono presenti strutture ricettive turistiche. Vaste aree a prati, pascoli ed incolti intervallano gli episodi di urbanizzazione. Gli elementi naturali dominanti sono lo specchio lacustre ad ovest ed il versante montano a sud coperto di boschi di latifoglie.

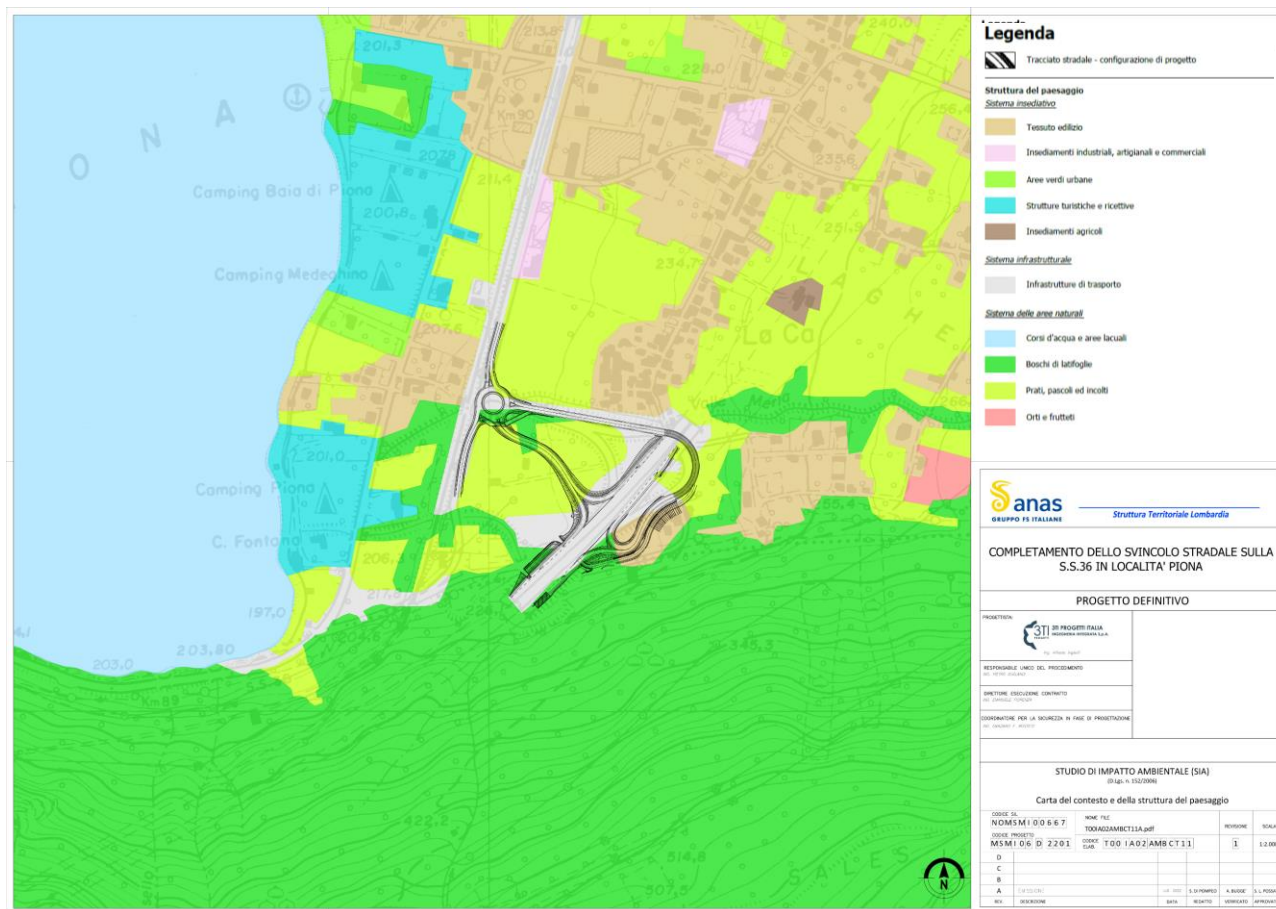


Figura 2-127 – Carta del Contesto e della Struttura del Paesaggio

2.6.4 Aspetti percettivi

Mediante la lettura percettiva del territorio è possibile evidenziare una parte consistente del tessuto di relazioni sensibili esistenti fra i segni del paesaggio naturale ed antropico. Tali segni sono considerati come componenti significative della visione e quindi immediatamente riconoscibili come struttura portante della stessa, sui quali si impenna la tutela e la valorizzazione delle aree afferenti, quindi da porre all'attenzione nello studio della percezione visiva.

I caratteri percettivi del paesaggio sono costituiti da quegli elementi significativi che segnano e strutturano l'organizzazione dello spazio, che rappresentano le relazioni che intercorrono in ogni area, con i luoghi significativi, sia di tipo naturale, che produttivo, oppure storico-architettonico ed archeologico, che esprimono quindi i caratteri propri di ogni territorio ed il loro valore. Questa analisi è un processo che permette l'identificazione di differenti tipologie di paesaggio, con i segni del territorio, i quali non solo li caratterizzano, ma permettono una lettura degli spazi in connessione o separazione con gli ambiti circostanti. Il paesaggio visibile è quindi identificabile con gli ecosistemi

antropici e naturali, varia-mente organizzati, dal punto di vista spaziale, nonché di tutti quegli elementi che in qualche modo possono condizionare la percezione dello stesso.

Alcune realtà territoriali, seppur sempre in evoluzione, contengono elementi che legano più o meno aree limitrofe tra loro, che sono quindi percepite come contesti omogenei secondo alcuni parametri, mentre possono essere l'opposto secondo altri; questo perché la lettura e la percezione del paesaggio può avvenire seguendo landmarks di tipo fisico o territoriale di differente natura, come ad esempio fiumi, crinali, o tipologie di organizzazione agricola, che a seconda del taglio percettivo applicato pos-sono restituire realtà differenti.

Per evidenziare i nessi e le dinamiche intercorrenti fra i diversi sistemi di segni l'ottica percettiva di analisi del paesaggio, sono state individuate alcune caratteristiche geomorfologiche fondamentali del territorio di interesse, il quale genera una fitta maglia di segni che possono considerarsi i meno eludibili, se non i principali, riferimenti visivi del contesto. Quelli cioè che creano orizzonti (ad esempio i crinali) o che definiscono assialità talvolta di limitato "respiro" panoramico, come i fondovalle. Attorno a tali segni sono individuabili delle aree che seguono il tracciato e la cui ampiezza, variabile a seconda dell'elemento geomorfologico considerato, sta in rapporto diretto con l'altitudine dei luoghi considerati, ed in rapporto inverso con la pendenza degli stessi, delineando così il bacino di visuale di interesse.

Nel contesto individuato, come già descritto in precedenza, questi segni del territorio sono ben visibili ed emergono dalla lettura della "Carta della morfologia e della percezione visiva" come da stralcio di seguito, all'interno della quale è ben delineata la struttura paesaggistica descritta al precedente para-grafo.

Questa carta tematica descrive l'ambito nel quale ricade l'intervento di progetto, riportando i caratteri significativi dell'analisi effettuata che, interpretando i segni del territorio, offre una lettura del paesaggio, con l'individuazione degli elementi portanti che permettono di identificarlo. All'interno dell'ambito che si è scelto per l'analisi, anche grazie alla visione ad una scala più ampia della porzione di territorio di interesse, si individuano due bacini di visuale delineati dalla particolare conformazione morfologica del territorio, come si può apprezzare dallo stralcio di seguito riportato.

Nella carta della morfologia e della percezione visiva (cfr. Figura 2-128) i bacini di visuale principali sono localizzati lungo la Via Nazionale Sud/SP72 (da nord presso la stazione ferroviaria di Colico in

direzione sud verso l'area di intervento) e lungo la SP72 (da sud in direzione nord verso l'area di intervento ai margini del versante montuoso che separa il Comune di Colico da quello di Dervio.

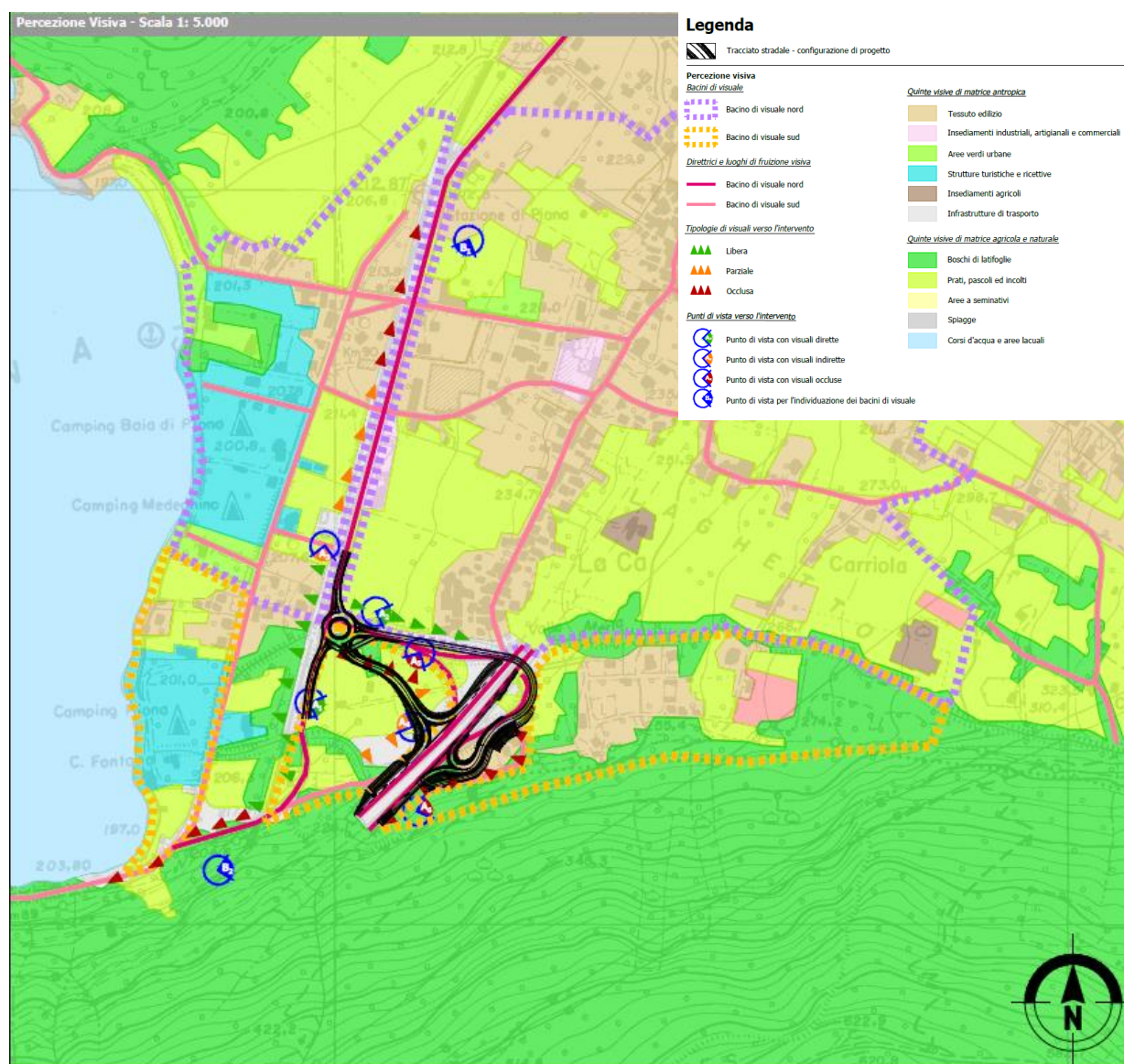


Figura 2-128 – Stralcio della Carta della morfologia e della percezione visiva
L'intervento è localizzato tra l'asse della SS36 e l' SP72/Via Nazionale Sud. È presente, inoltre, l'asse ferroviario verso la stazione di Colico della linea Milano-Lecco-Tirano a determinare un rafforzamento dell'asse della viabilità in direzione nord-sud; le visuali quindi con maggior profondità di campo in questo settore di territorio sono rivolte verso est dove si trovano i versanti e le pendenze del massiccio del Monte Legnoso. In questa direzione è possibile percepire la struttura territoriale articolata secondo un sistema di aree naturali a prato e pascolo irradiate da strade rurali lungo le

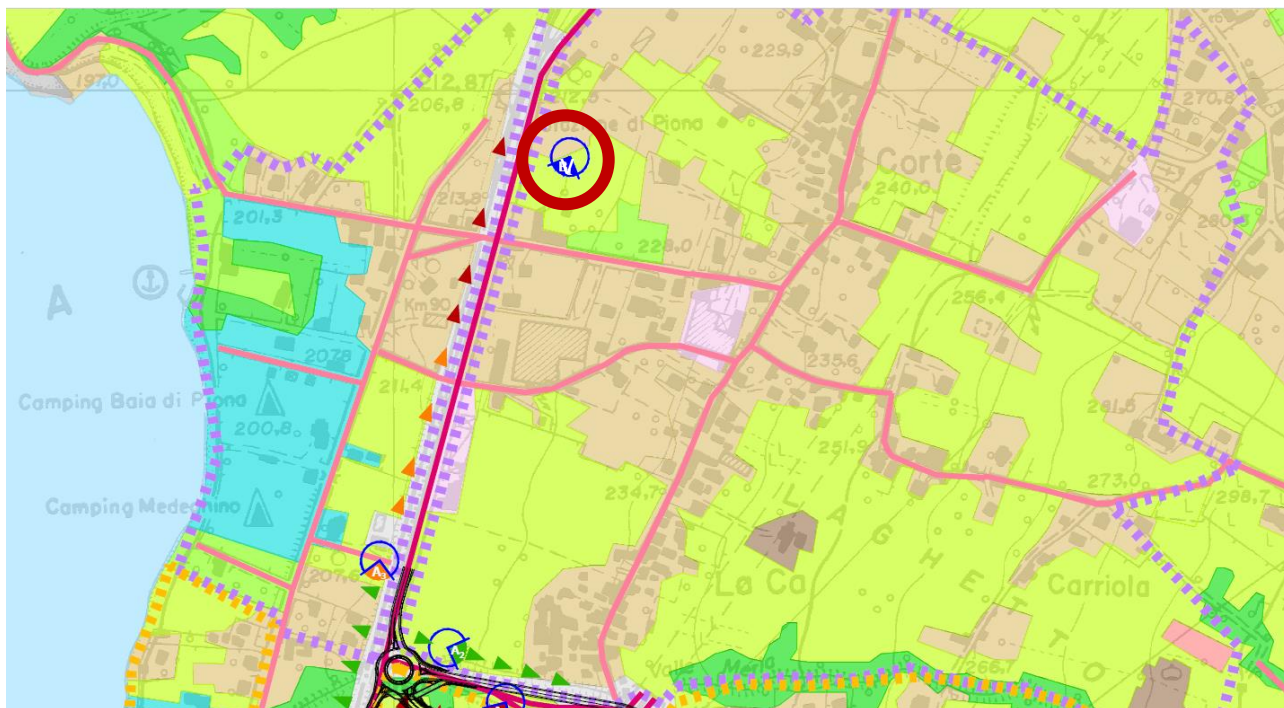
quali sono sorti agglomerati urbani come quello del La Ca'. Verso nord il tessuto urbano, lungo la strada provinciale si fa più compatto fino a impedire le visuali ad est e ad ovest.

Gli interventi edilizi e urbanistici degli ultimi decenni del secolo scorso e dei primi anni del nuovo secolo, da un lato, sostituiscono puntualmente l'edificato storico, dall'altro lato, realizzano modelli insediativi non aderenti ai caratteri paesaggistici e ambientali di un centro rivierasco del lago. I tracciati stradali di riferimento storico, sono ancora presenti, ma hanno mutato ruolo, divenendo itinerari di flussi di traffico di attraversamento.

L'interscambio tra la linea ferroviaria e l'imbarcadero della navigazione lacuale ha costituito le condizioni localizzative favorevoli per l'insediamento di attività produttive, allo stato già sostituite da nuovi insediamenti residenziali realizzati e in corso di realizzazione.

In direzione del lago le visuali sono interrotte dal doppio asse ferrovia-strada provinciale; oltre verso le sponde sono presenti aree adibite a ricettività turistica ed infine le sponde del lago con la visuale aperta verso le catene montuose. Dai primi anni del 1900, la ferrovia ha raggiunto Lecco e l'interscambio con la navigazione lacuale ha perso attrattività, ma il territorio del lungolago è stato definitivamente segnato dalla cesura fisica imponente del rilevato ferroviario, parzialmente limitata dai sottopassaggi realizzati in corrispondenza delle strade e dei corsi d'acqua.

L'integrità di luoghi e paesaggi sono presenta condizioni di criticità in relazione all'occupazione di primo piano della linea di costa (campeggi, che in realtà sono dei villaggi di roulotte stanziali, edificazioni su aree spondali), alla formazione di fronti continui (recinzioni e campeggi/villaggi) lungo costa, che impediscono qualunque permeabilità tra lago e retroterra. Con l'attuazione degli strumenti urbanistici, nel secolo scorso, sono state realizzate modeste aree attrezzate a verde che, per dimensione e qualità, non configurano e strutturano ambienti urbani marcatamente significativi. Rilevanza botanica assumono taluni giardini privati, pertinenziali di edifici residenziali.



Visuale B1



Figura 2-129 – Punto di Visuale B1 per l'individuazione del bacino di visuale in direzione sud dalla Via nazionale Sud

Dal bacino di visuale B1 è visibile l'asse rettilineo della Via Nazionale Sud-SP72 verso l'area di intervento; è percepibile in maniera chiara il versante boschivo a sud e le aree urbane ai margini della linea ferroviaria ad est. Le visuali verso il lago sono parzialmente intercluse dalla vegetazione e dal tessuto urbano – area dei servizi turistico-ricettivi (cfr. Figura 2-129).

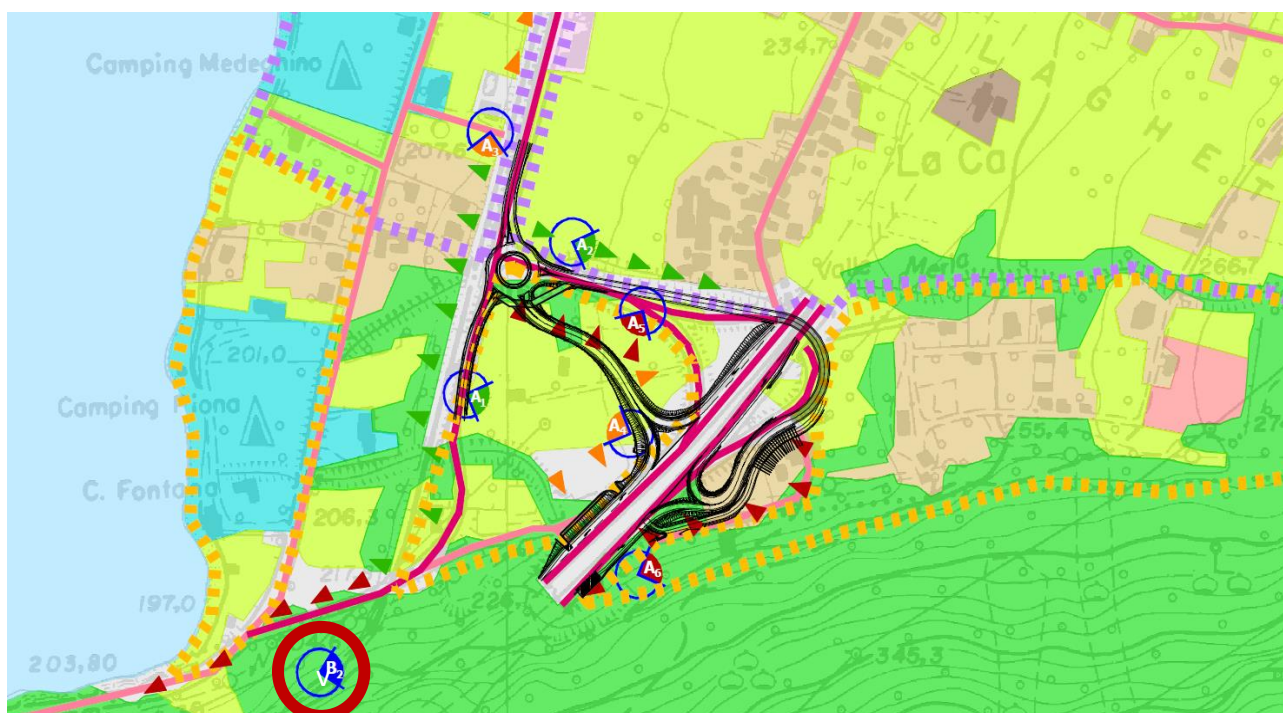


Figura 2-130 - Punto di Visuale B2 per l'individuazione del bacino di visuale in direzione nord dalla SP72

Dal bacino di visuale B2 è visibile parzialmente parte dell'area di intervento, l'asse stradale della Via Nazionale Sud (proseguimento della SP72) verso il centro di Colico, la vegetazione ai margini, in particolare quella del corridoio fluviale del Valle Marta; oltre spiccano le sagome dei rilievi montuosi a nord (cfr. Figura 2-130).

Una volta individuati i bacini di visuale, è necessario comprendere come le relazioni tra gli elementi di struttura del paesaggio delineino la percezione del paesaggio nel quale si dovrà inserire l'intervento di progetto.

Le quinte visive presenti lungo l'asse stradale principale (SP72-Via Nazionale Sud) ed il tratto di immissione dalla SS36, inquadrano un paesaggio sostanzialmente urbano, intervallato da vaste aree naturali ai margini dello specchio lacustre e compreso tra versanti montani, con ridotte aree di pianura. È un paesaggio fortemente connotato dalla matrice naturale ma ampiamente antropizzato, specie sulle direttrici della mobilità principale.

Nella carta della morfologia e della percezione visiva sono indicate 3 tipologie di visuali verso l'intervento:

- Visuale libera
- Visuale parziale
- Visuale occlusa.

Le visuali libere verso l'area generale di intervento (cfr.



Figura

2-131

e

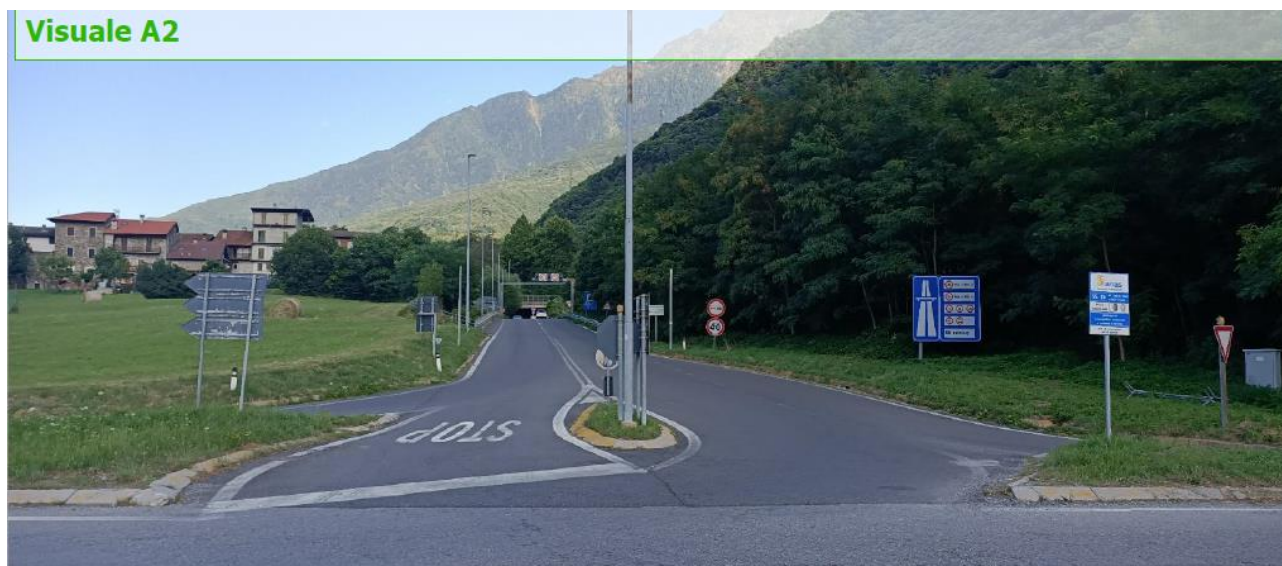


Figura 2-132) dal punto di vista percettivo rappresentano una rappresentazione generale dell'ambito; sono visibili i caratteri naturali residuali compresi tra le infrastrutture della mobilità, la fitta vegetazione ai margini, le aree urbanizzate verso monte e l'attuale viabilità.

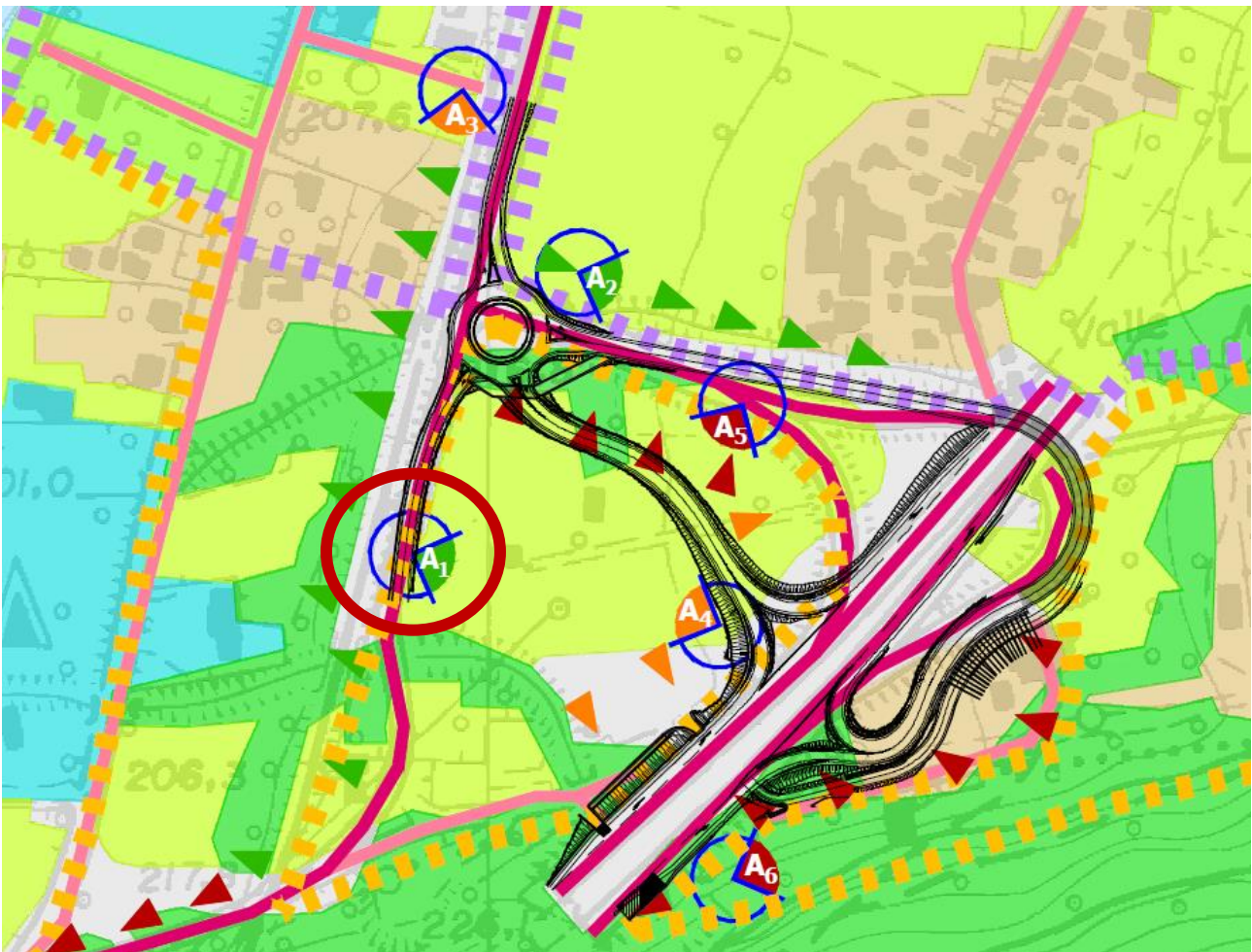
Le visuali parziali verso l'area generale di intervento (cfr.



Figura 2-133 e Figura 2-134), racchiudono nella rappresentazione percettiva parte dello scenario di intervento; sono presenti barriere vegetazionali, specie lungo il corso del Valle Marta e lungo l'attuale viabilità e barriere antropiche; reti, guard-rail etc..

Le visuali occluse verso l'area generale di intervento (cfr. Figura 2-135 e Figura 2-136), sono determinate sostanzialmente da barriere antropiche quali terrapieni, schermi visivi vegetazionali,

muri in cls armato. Non c'è percezione del contesto che è schermato. Le opere di nuova progettazione verranno realizzate nell'intervallo tra 2 gallerie; la visuale dinamica sull'area di intervento sull'asse della SS36 è minima e dato il breve tratto all'aperto verso le aree circostanti (circa 340 mt).



Visuale A1



Figura 2-131 – Visuale libera - Zona di intervento frontale e visibile verso il terreno del nuovo collegamento con la SP72





Figura 2-132 - Visuale libera - Zona di intervento frontale e visibile la zona della nuova rotatoria e l'innesto con la SS36



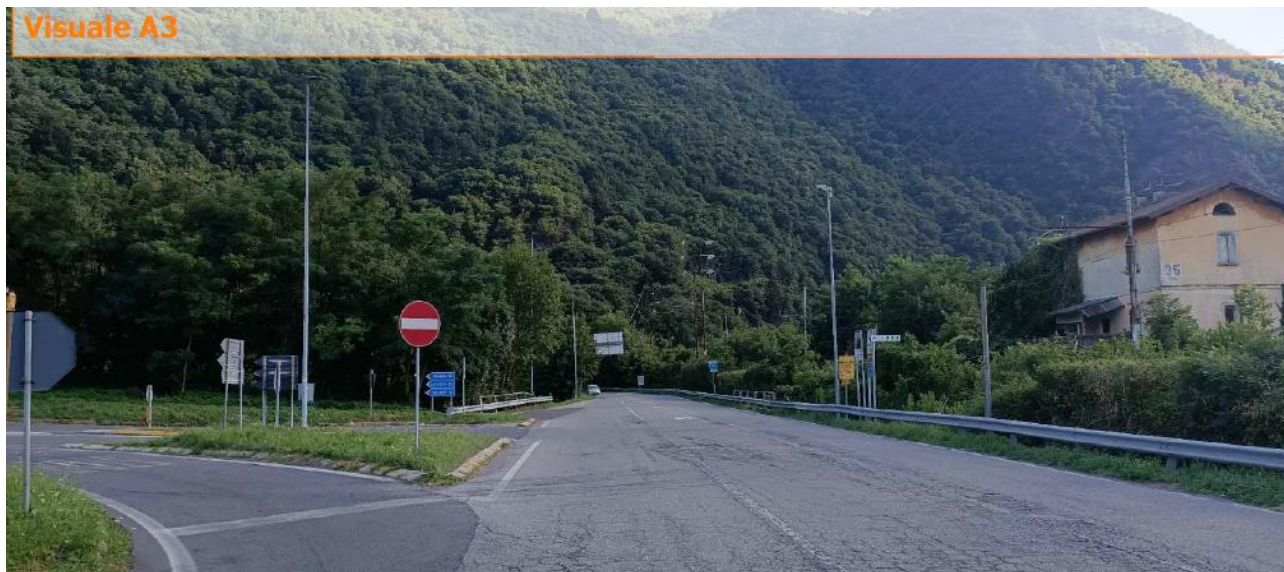


Figura 2-133 – Visuale parziale – Visibile parte area di intervento presso l'incrocio tra la Via Nazionale Sud/SP72 e l'innesto con la SS36; la vegetazione lungo il corso d'acqua Valle Marta occlude l'area a sud



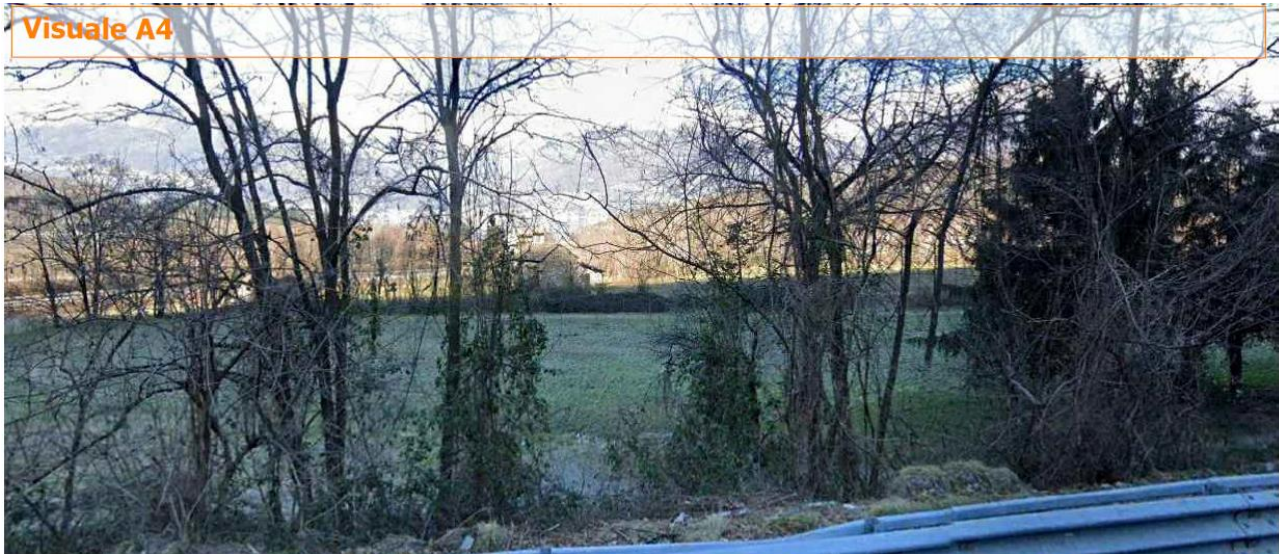


Figura 2-134 - Visuale parziale – Visibile parte del terreno agricolo di intervento lungo il terreno ad ovest della SS36



Visuale A5

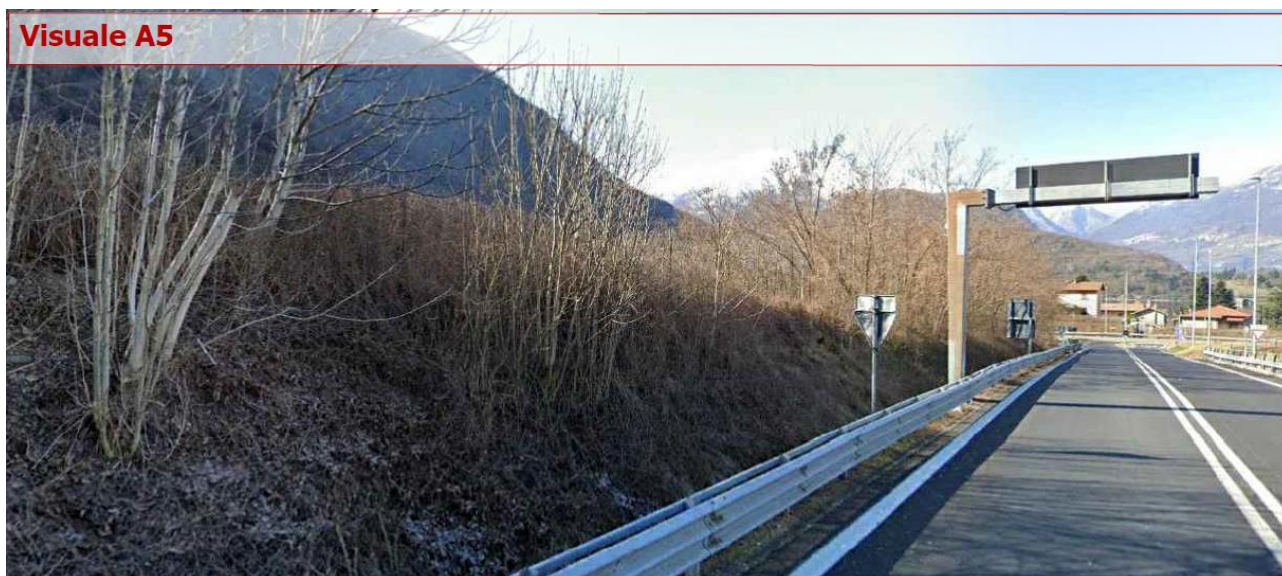


Figura 2-135 - Visuale occlusa – Zona di intervento schermata dalla morfologia del terreno e dalla vegetazione lungo il corso d'acqua Valle Maria



Visuale A6



Figura 2-136 - Visuale occlusa – Zona di intervento schermata da barriere artificiali e vegetazionali all'uscita dalla SS36 in direzione nord lungo lo svincolo Piona

Secondo quanto espressamente previsto dal DPCM 12/12/2005, l'analisi degli aspetti percettivi deve essere condotta da "luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici". Ne consegue quindi che a tal fine la prima operazione da condursi risulta essere quella dell'individuazione di quei punti di vista di rilievo dal momento che, rispondendo alle anzidette caratteristiche, sono strutturanti i rapporti percettivi.

In quest'ottica gli elementi visuali in direzione dell'intervento sono stati evidenziati sulla base di punti percettivi statici e dinamici da cui è percepibile una vista d'insieme del paesaggio circostante che potrebbe essere influenzato dall'intervento progettuale. In particolare, sono stati percorsi gli assi viari che attraversano il territorio di studio, rappresentati dalle direttrici principali e dalla viabilità secondaria, preferendo quelle di pubblica fruizione con qualità panoramiche per l'individuazione delle visuali dinamiche libere di rilievo verso l'intervento. Per i punti statici sono stati considerati invece sia punti dai quali la visuale risultasse libera, parziale o occlusa.

La scelta di questi punti, statici e dinamici, è ovviamente dipesa anche dallo studio di tutti gli elementi di disturbo visivo, quelle barriere, come crinali oppure ancora filari o alberature, che costituiscono già degli elementi naturali di occlusione visiva.

Nell'analisi degli aspetti percettivi del paesaggio l'osservazione si è focalizzata quindi sulle diverse modalità di percezione dello spazio, sugli elementi lineari come le strade panoramiche o le viabilità di fruizione paesistica ed infine su fuochi e punti da cui si può vedere o che possono essere visti.

2.7 G1 – Rumore

2.7.1 Sintesi contenutistica e metodologica

2.7.1.1 *Selezione dei temi di approfondimento*

Lo studio della componente rumore pone come obiettivo quello di definire e valutare i potenziali impatti acustici indotti sia dalla fase di esercizio del nuovo svincolo sulla S.S. 36 in località Piona, che dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione delle diverse opere di progetto.

In ragione di dette finalità, le azioni di progetto che concorrono all'alterazione del clima acustico sono:

- traffico veicolare, lungo i diversi assi stradali rappresentati dall'infrastruttura principale (S.S. 36) e dai diversi svincoli di connessione con l'attuale rete viaria territoriale;
- mezzi di cantiere, connessi alla realizzazione delle diverse opere progettuali.

2.7.1.2 *Metodologia di lavoro utilizzata*

Lo studio è finalizzato alla valutazione dei livelli di immissione indotti dal traffico veicolare lungo l'infrastruttura viaria è estesa a tutti i ricettori compresi nell'area di studio definita secondo quanto prescritto dal quadro normativo di riferimento.

Lo studio è articolato in tre macro-sezioni.

La prima sezione è dedicata all'analisi conoscitiva preliminare dell'ambito di studio mediante classificazione acustica del territorio sulla base dei riferimenti normativi, oltreché all'individuazione e censimento dei ricettori ricadenti all'interno dell'area di studio. In questo caso si fa riferimento alle disposizioni definite dal DPR 142/2004 a norma dell'art.11 della Legge 26/10/1995 n.447. In base a quanto previsto dal suddetto DPR, l'area di studio è stata definita rispetto all'asse stradale principale considerando due fasce di ampiezza rispettiva di 100 metri (fascia A) e 150 metri (fascia B) per lato a partire dal ciglio stradale in quanto infrastruttura di tipo B esistente. Particolare attenzione è stata posta nel censire ciascun ricettore definendo la destinazione d'uso ed il numero di piani al fine di fornire una descrizione completa del contesto territoriale in cui si inserirà l'opera di progetto.

Sono state quindi analizzate le condizioni di esercizio secondo lo scenario attuale in assenza dell'opera (scenario Ante Operam), ovvero relativo alle attuali infrastrutture viarie che attraversano l'area di studio assunta. In particolare, sono stati calcolati i livelli acustici in termini di mappatura del suolo e dei valori in facciata degli edifici residenziali mediante il software di simulazione SoundPlan 8.2.

La seconda sezione è finalizzata alla verifica del rumore indotto dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione dell'asse stradale di progetto. In tale fase di lavoro è stata sviluppata un'analisi qualitativa e quantitativa dei potenziali impatti acustici indotti dalle attività di cantiere necessarie alla realizzazione delle opere previste dal progetto. L'analisi degli impatti acustici in fase di corso d'opera è stata effettuata attraverso la metodologia del "Worst Case Scenario", ovvero individuando due scenari operativi rappresentativi delle condizioni potenzialmente peggiori determinate al variare dell'operatività delle diverse sorgenti presenti all'interno dell'area di studio in funzione della tipologia di lavorazioni da eseguire. Anche in questo caso per la verifica delle interferenze sul clima acustico è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPlan 8.2.

Alle sorgenti di cantiere proprie delle relative aree operative non sono stati considerati anche i traffici indotti connessi al trasporto dei materiali e delle terre in quanto ritenuti trascurabili ai fini della modellazione in ragione del loro esiguo numero in termine di veicoli/giorno. Per ulteriori approfondimenti si rimanda al relativo capitolo contenuto nella parte 3 del presente SIA.

La terza ed ultima sezione dello studio è inerente alla verifica del clima acustico indotto dal traffico veicolare, e quindi relativa alla fase di esercizio dell'infrastruttura stradale di progetto, rappresentata dal completamento dello svincolo stradale sulla S.S. 36 in località Piona. Anche in questo caso si fa riferimento alle disposizioni definite dal DPR 142/2004, a norma dell'art.11 della Legge 26/10/1995 n.447, sia per la definizione dell'ambito di studio sia per i relativi limiti acustici da assumere nelle diverse fasce di pertinenza acustica. All'interno di tale ambito di studio sono state analizzate le condizioni di esercizio future nello scenario Post Operam avendo assunto quale orizzonte di studio l'anno 2025, in cui si prevede la messa in esercizio dell'infrastruttura. Nello specifico, la metodologia di lavoro assunta ha previsto l'utilizzo di uno specifico software di modellazione acustica previsionale (SoundPlan 8.2), tramite il quale è stato sviluppato lo scenario di simulazione post operam riferito alle condizioni di esercizio dell'asse stradale secondo la configurazione infrastrutturale prevista dal progetto determinando sia la mappatura acustica calcolata a 4 m dal piano campagna rispetto al descrittore Leq(A) diurno e notturno sia i valori in facciata per ciascun edificio.

Dal confronto con i limiti normativi si evincono le eventuali zone che richiedono specifici interventi di mitigazione acustica e le conseguenti soluzioni progettuali necessarie per il contenimento del rumore indotto.

2.7.1.3 Il modello di simulazione SoundPlan

Il modello di calcolo utilizzato è SoundPlan versione 8.2: un software previsionale per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che

caratterizzano il territorio studiato. Questo modello di simulazione è uno tra gli strumenti più completi oggi presenti sul mercato per la valutazione della propagazione del rumore prodotto da sorgenti di ogni tipo: da quelle infrastrutturali, quali ad esempio strade, ferrovie o aeroporti, a quelle fisse, quali ad esempio strutture industriali, impianti energetici, etc.

SoundPlan è uno strumento previsionale ad "ampio spettro", progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione tutti i fattori interessati al fenomeno, come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere antirumore, il tipo di terreno e gli effetti meteorologici.

Tra i diversi standard di propagazione acustica per le strade, ferrovie o infrastrutture industriali, disponibili all'interno del software, è presente inoltre CNOSSOS – EU Road: 2015 riconosciuto dal Decreto Legislativo 17 febbraio 2017 n.42 «Attuazione della direttiva UE 2015/996 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Una delle principali innovazioni di questo software si riscontra proprio nella precisione di dettaglio con cui viene rappresentata la reale orografia del territorio.

L'area di studio viene caratterizzata orograficamente mediante l'utilizzo di file georeferenziati con la creazione di un DGM (Digital Ground Model) ottenuto attraverso algoritmo TIN (Triangular Irregular Network), che è ritenuto il più attendibile per la realizzazione di modelli digitali del terreno partendo da mappe vector. Questo sistema sfrutta alcune potenzialità del DEM (Digital Elevation Model) come la possibilità di mediare le distanze tra le isoipse, ma introduce, in caso di soli punti quotati noti, la tecnica di triangolazione ad area minima, crea cioè una serie di triangoli tridimensionali, i quali hanno come vertici i punti quotati noti e con la minor area possibile e attribuisce a queste aree triangolari valori di quota calcolati sulla differenza dX, dY e dZ, ovvero le pendenze dei versanti.

La realizzazione di un file di input può essere coadiuvata dall'innovativa capacità del software di generare delle visualizzazioni tridimensionali del sito, mediante un vero e proprio simulatore di volo in cui è possibile impostare il percorso e la quota del volo, variabili anche in itinere del sorvolo secondo necessità; tale strumento permette di osservare graficamente la totalità dei dati di input immessi, verificandone la correttezza direttamente muovendosi all'interno di scenari virtuali tridimensionali.

Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi

numero di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre, i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall'utente.

Il software permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricettore, per ognuna delle sue facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la differenza di quota sorgente-ricettore ed altre informazioni presenti nel modello: è, ad esempio, in grado di effettuare calcoli statistici relativi all'impatto sonoro a cui è soggetta la popolazione presente nell'area di studio, seguendo i dettati delle ultime normative europee.

In ogni caso, SoundPlan presenta un'ampia flessibilità di gestione, permettendo di risolvere i differenti casi che di volta in volta è possibile incontrare.

In particolare, si osserva la possibilità di definire il materiale della struttura acustica in modo che presenti completo assorbimento acustico senza riflessione, definendo un coefficiente di riflessione per ognuna delle facce della barriera, o introducendo un coefficiente di assorbimento acustico differente in funzione della frequenza dell'onda sonora prodotta dalla sorgente.

I dati di input del modello sono i seguenti:

- Cartografia 3D: un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica è la realizzazione di una cartografia tridimensionale compatibile con le esigenze "acustiche" del modello previsionale adottato. Per una precisa descrizione del terreno da inserire all'interno del modello è necessario definire all'interno del software le isoipse, l'edificato e le infrastrutture di trasporto interessate;
- Sorgenti stradali: per ogni infrastruttura è necessario definire la conformazione geometrica, i dati relativi ai flussi e alle velocità di percorrenza in ciascun tratto, il tipo di asfalto e il senso di marcia;
- Edifici: per ciascun edificio è necessario definire posizione e altezza;
- Griglia di calcolo: occorre definire la griglia di calcolo in cui verranno effettuate le simulazioni;
- Tempi di riferimento: secondo quanto predisposto dalla legge n°447 26/10/1995 e s.m.i. gli scenari temporali di riferimento sono due: diurno (6.00-22:00) e notturno (22:00-6:00).

2.7.2 Quadro conoscitivo

2.7.2.1 *Classificazione acustica del territorio*

Lo svincolo di progetto si svilupperà all'interno del territorio sud-ovest del Comune di Colico (LC) lungo la S.S.36 in località Piona. In particolare, l'intervento in esame può essere suddiviso in tre diverse categorie di interventi:

- Potenziamento dell'intersezione esistente tra la SS.36 e la SP.72 con la modifica plano-altimetrica delle due rampe esistenti e la realizzazione di due nuove per completare le manovre di svincolo da e per la SS.36 agli utenti della SP.72;
- Riqualfica dell'intersezione a raso semaforizzata sulla SP.72 con la realizzazione di una circolazione in regime rotatorio;
- Modifica della viabilità locale Via Cà per risolvere l'interferenza che si creerà a seguito della realizzazione delle nuove rampe di svincolo.

Per quel che concerne la cantierizzazione dell'opera di progetto, tutte le aree di cantiere e quella relativa allo stoccaggio terre e materiali saranno ubicate all'interno del Comune di Colico in località Piona.

Il succitato Comune ha stabilito i limiti acustici territoriali secondo il DPCM 14.11.1997 attraverso il Piano Comunale di Classificazione Acustica in accordo a quanto previsto dalla normativa di riferimento regionale e nazionale.

Provincia	Comune	Estremi di approvazione zonizzazione acustica
Lecco	Colico	D.C.C. n. 3 del 1 marzo 2017

Tabella 2-67 Estremi di approvazione del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Colico

Il PCCA di cui sopra è riportato nell'elaborato grafico allegato "Carta dei ricettori e zonizzazione acustica comunale" (T00IA20AMBCT08A).



Legenda

Tracciato stradale - configurazione di progetto

Ambito di studio acustico (Coincidente con la Fascia B Tipologia B)

Fasce di pertinenza acustica infrastrutture ferroviarie ai sensi del D.P.R. 18/11/1998 n.459 **

Fascia A
(5-100 m per lato da binario esterno)

Fascia B
(100-250 m per lato da binario esterno)

Fasce di pertinenza acustica infrastrutture stradali ai sensi del D.P.R. 30/04/2004 n. 142*

Fascia A Tipologia B
(5-100 m per lato da ciglio esterno)

Fascia B Tipologia B
(100-150 m per lato da ciglio esterno)

Fascia Tipologia Db
(5-100 m per lato da ciglio esterno)

Piano di Classificazione Acustica - Comune di Colico

Classe I - Aree particolarmente protette

Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale

Classe III - Aree di tipo misto

Classe IV - Aree di intensa attività umana

Figura 2-137 Stralcio planimetrico del PCCA e fasce di pertinenza acustica stradale ai sensi del DPR 142/2004 secondo la configurazione di progetto

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento	
	Diurno	Notturmo
I - Aree particolarmente protette	45	35
II - Aree prevalentemente residenziali	50	40
III - Aree di tipo misto	55	45
IV - Aree di intensa attività umana	60	50
V - Aree prevalentemente industriali	65	55
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento	
	Diurno	Notturmo
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

Figura 2-138 Valori limite di emissione e immissione imposti dal P.C.C.A.

Per quanto riguarda il rumore di origine stradale, questo è regolamentato dal DPR 142/2004 in accordo a quanto previsto dalla Legge 447/95. Tale DPR stabilisce in funzione della tipologia e categoria di strada i relativi limiti acustici diurni e notturni e le fasce di pertinenza acustica. In particolare, l'opera in progetto ricade nel caso di strada esistente e assimilabili, pertanto, i limiti acustici sono individuati dal DPR stesso nell'ambito delle infrastrutture esistenti, loro varianti e nuove in affiancamento a quelle esistenti e indicati nella Tabella 2 dell'Allegato 1 previsto dall'articolo 3, comma 1 per la categoria di strada extraurbana principale a due carreggiate per senso di marcia con spartitraffico "B".

Il DPR 142/2004 stabilisce che per strade esistenti, occorre estendere ad una dimensione doppia l'ampiezza della fascia di pertinenza acustica nel caso in cui siano presenti scuole, ospedali case di cura e/o di riposo. Tuttavia, nell'ambito di studio indagato non sono presenti tali tipologie di ricettori, pertanto l'ampiezza delle fasce di pertinenza acustica rimane quella definita all'interno della Tabella 2-68. Inoltre, lo svincolo di progetto della S.S.36 si ricongiunge ad est con la concorsuale S.P. 72, classificata come strada esistente urbana di scorrimento "Db". Per questa tipologia di infrastruttura l'ampiezza della fascia di pertinenza acustica è indicata nella Tabella 2 dell'Allegato 1 del DPR 142/2004 (cfr. Tabella 2-68). A queste si aggiungono le fasce di pertinenza relative all'infrastruttura ferroviaria Tirano – Lecco, anch'essa concorsuale l'asse principale della SS 36. La linea ferroviaria è caratterizzata da una velocità di percorrenza inferiore ai 200 km/h., pertanto, secondo quanto previsto dal DPR 459/1998 (Decreto attuativo della Legge 447/95 per le infrastrutture ferroviarie), si definiscono due fasce: la prima della larghezza di 100 m, fascia A, e la seconda di 150 m, fascia B (cfr Tabella 2-69).

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori acustici limite e le relative ampiezze delle fasce di pertinenza per il caso in esame.

Valori limite stabiliti per strade esistenti ed assimilabili

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
		Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
B – Extraurbana Principale	100 (fascia A)	50	40	70	60
	150 (fascia B)			65	55
Db – Urbana di scorrimento	100	50	40	65	55

Tabella 2-68 Valori limite stabiliti dal DPR 142/2004 per strade esistenti ed assimilabili (tipologia B e Db)

Valori limite stabiliti per infrastrutture ferroviarie

TIPO DI INFRASTRUTTURA	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
		Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
Ferrovia con velocità di progetto inferiore a 200 km/h	100 (fascia A)	50	40	70	60
	150 (fascia B)			65	55

Tabella 2-69 Valori limite stabiliti dal DPR 459/1998 per linee ferroviarie con velocità di progetto inferiore ai 200 km/h

Al di fuori di tali fasce di pertinenza, valgono i limiti acustici territoriali definiti dai Comuni interessati nell'ambito del proprio territorio (cfr. DPR 14.11.1997).

2.7.2.2 Concorsualità con le infrastrutture di trasporto

La verifica di concorsualità con infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie, secondo quanto prescritto dall'Allegato 4 del DMA 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede, in primo luogo, l'identificazione delle infrastrutture secondarie potenzialmente concorsuali ovvero quelle che presentano una sovrapposizione delle proprie fasce di pertinenza con quelle dell'infrastruttura principale.

Il criterio adottato per la concorsualità con le altre infrastrutture di trasporto si distingue a seconda della tipologia di infrastruttura che concorre ai livelli acustici. Tale motivazione deriva da una serie di considerazioni di seguito esplicitate.

In riferimento alla concorsualità con le altre infrastrutture viarie (SP72), disponendo dei dati di traffico lungo la viabilità esistente e di progetto, definiti e descritti nella parte 3 del presente SIA, sono stati calcolati attraverso il modello di simulazione i livelli acustici indotti dalla sovrapposizione del traffico stradale lungo la viabilità esistente e quella di progetto. Nel modello di simulazione è stato quindi considerato sia il traffico stradale dello svincolo di progetto sulla SS36 in località Piona, sia i flussi veicolari caratterizzanti l'asse stradale esistente della concorsuale SP72.

Ne consegue che per l'individuazione dei limiti acustici non è necessario definire i livelli di soglia secondo quanto previsto dal DM 29/11/2000 sulla base del numero di sorgenti concorsuali ma è sufficiente assumere il valore limite di immissione maggiore fra i differenti valori limite.

Per la concorsualità con l'infrastruttura ferroviaria relativa alla linea ferroviaria Tirano – Lecco non disponendo dei volumi di traffico ferroviari e della tipologia di convogli ferroviari presenti e non conoscendo eventuali condizioni di sviluppo delle stesse all'orizzonte di progetto, si è ritenuto più opportuno ricorrere al criterio di sovrapposizione geometrica anziché ipotizzare un volume di traffico ferroviario a partire dagli orari pubblicati sul sito di Trenitalia. Questo perché il numero e tipologia di treni che si determinerebbe non terrebbe conto sia del traffico ferroviario non di linea (treni merci e/o treni di riposizionamento) sia dell'eventuale incremento del traffico di linea all'orizzonte di progetto (2025).

Per tali ragioni i limiti acustici sono stati definiti mediante il criterio della "concorsualità geometrica", ovvero mediante la sovrapposizione delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale con quella delle infrastrutture secondarie. È importante sottolineare come detta condizione non sia legata alle differenze tra le potenze sonore emesse dalle singole sorgenti bensì alla differenza tra i livelli immessi dalle stesse in un determinato punto. Da ciò si deduce come l'eventuale stato di concorsualità delle sorgenti debba essere verificata puntualmente, per ogni singolo ricettore.

Pertanto, sono stati individuati tutti i ricettori ricadenti nelle aree di interposizione delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale con quelle delle infrastrutture ferroviarie potenzialmente concorsuali e successivamente sono stati definiti, per ciascun ricettore, il limite di zona.

Nel caso in cui la concorsualità sia significativa e il punto sia contenuto ad esempio in due fasce di pertinenza uguali (A+A oppure B+B), considerando le sorgenti di rumore egualmente ponderate, il livello di soglia è calcolabile come da Allegato 4 DMA 29.11.2000:

$$L_s = L_{z\text{ona}} - 10 \log N$$

dove $L_{z\text{ona}}$ è il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture di trasporto ed N è il numero di sorgenti coinvolte.

Nel caso in cui la concorsualità sia significativa e il punto sia contenuto in due fasce di pertinenza diverse (A+B oppure B+A), si attua una riduzione paritetica dei limiti di zona tale che dalla somma dei due livelli di soglia si pervenga al valore massimo delle fasce sovrapposte. In presenza di due sorgenti, i limiti applicabili saranno ridotti di una quantità ΔL_{eq} ottenuta in modo da soddisfare la seguente equazione:

$$10 \log_{10} [10^{(L_1 - \Delta L_{eq})/10} + 10^{(L_2 - \Delta L_{eq})/10}] = \max(L_1, L_2)$$

con L_1 ed L_2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente.

Ne consegue pertanto che all'interno delle aree individuate dalla sovrapposizione delle diverse fasce di pertinenza acustica valgono i seguenti valori limite:

B Extraurbana Principale	Linea ferroviaria	Ricettori residenziali e terziari (solo diurno)	
		Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
Fascia A	Fascia A	67,0	57,0
Fascia A	Fascia B	68,8	58,8
Fascia B	Fascia A	63,8	53,8
Fascia B	Fascia B	62,0	52,0

Tabella 2-70 Caratterizzazione scenario di base: limiti acustici concorsuali

2.7.2.3 Ricettori

Al fine di verificare la presenza di ricettori all'interno dell'area di studio è stato condotto un censimento di tutti gli edifici situati all'interno dell'ambito di studio definito come una fascia di ampiezza pari a 250 m per lato a partire dal ciglio stradale della SS36 e dei tratti di collegamento di quest'ultima con la SP72. All'interno di tale ambito sono stati censiti tutti gli edifici individuando per ciascuno tutte le informazioni necessarie ai fini dello studio acustico, tra cui l'eventuale concorsualità con altre sorgenti acustiche (cfr. paragrafo precedente).

Per ciascun ricettore è definito il numero di piani e la destinazione d'uso. Su planimetria viene indicato il codice associato oltre che la destinazione d'uso (cfr. elaborato T00IA20AMBCT08A).

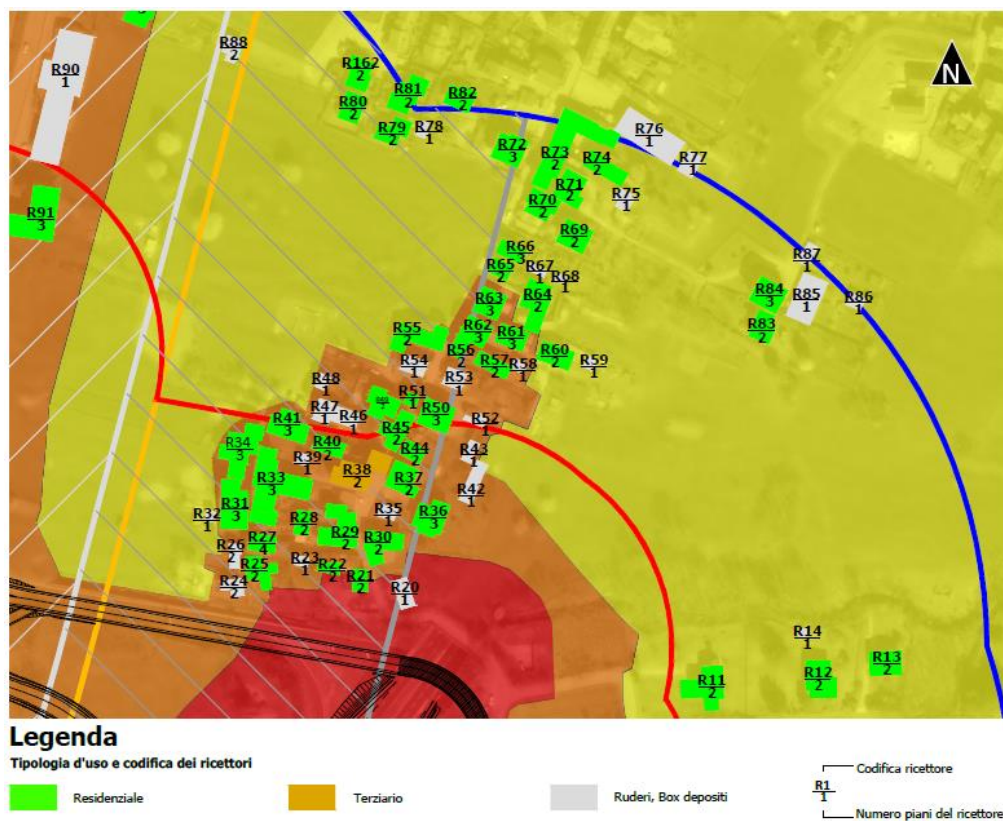


Figura 2-139: Censimento ricettori all'interno dell'ambito di studio

In riferimento alla destinazione d'uso, i ricettori sono classificati in residenziali, depositi, sensibili, terziari (commerciali/servizi), industriali e luoghi di culto. I ricettori così identificati sono stati codificati con la denominazione R_XX, dove "XX" è la progressiva che indica il numero del ricettore censito. Nel complesso all'interno dell'ambito di studio sono stati individuati 174 ricettori di cui:

- 114 residenziali;
- 5 terziari;
- 0 luogo di culto/religioso;
- 55 depositi agricoli, magazzini, box o edifici abbandonati;
- 0 sensibili (scuole, ospedali, case di cura/riposo)
- 0 industriali;

2.7.3 Analisi dello scenario Ante Operam (Stato Attuale)

2.7.3.1 *Dati di input*

Parametri territoriali

All'interno del modello di simulazione acustico SoundPlan è stata ricostruita l'orografia attuale dell'ambito di studio. La modellazione digitale del terreno (Digital Ground Model) attraverso il software è stata costruita tramite punti quota, linee di elevazione infrastrutture esistenti e gli edifici rilevati in fase di censimento.

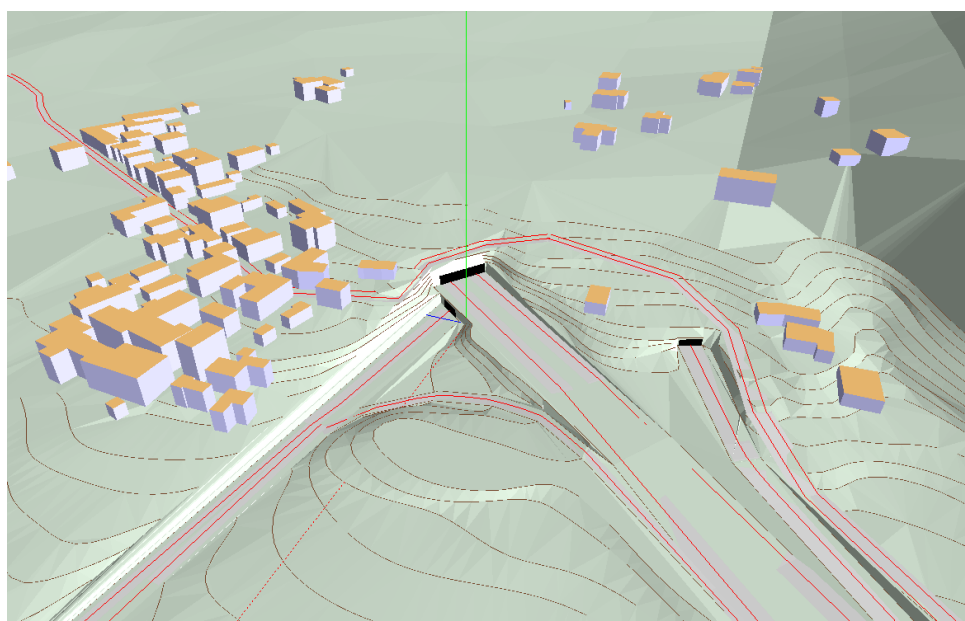


Figura 2-140 Modellazione tridimensionale in SoundPlan dello scenario Ante Operam

Tipologia di pavimentazione

Per la pavimentazione stradale, nella simulazione dello scenario Ante Operam è stata considerata una tipologia di asfalto tradizionale.

Flussi di traffico

Per quanto riguarda i flussi di traffico relativi ai diversi assi stradali, all'interno dell'ambito di studio si è fatto riferimento ai dati riportati nella parte 3 del presente SIA con riferimento allo stato attuale in termini di TGM distinti tra veicoli leggeri e pesanti nei due periodi temporali di riferimento (diurno 6:00-22:00 e notturno 22:00-6:00).

Nella Figura 2-141 viene rappresentata la rete stradale considerata per il calcolo modellistico delle emissioni acustiche allo stato attuale. La rete comprende la SS36, la SP72 e le rampe di collegamento tra le due viabilità. In figura sono riportati, inoltre, i codici dei singoli archi che sono

stati simulati per i quali di seguito è stato identificato il traffico giornaliero medio relativo ai due periodi di riferimento.

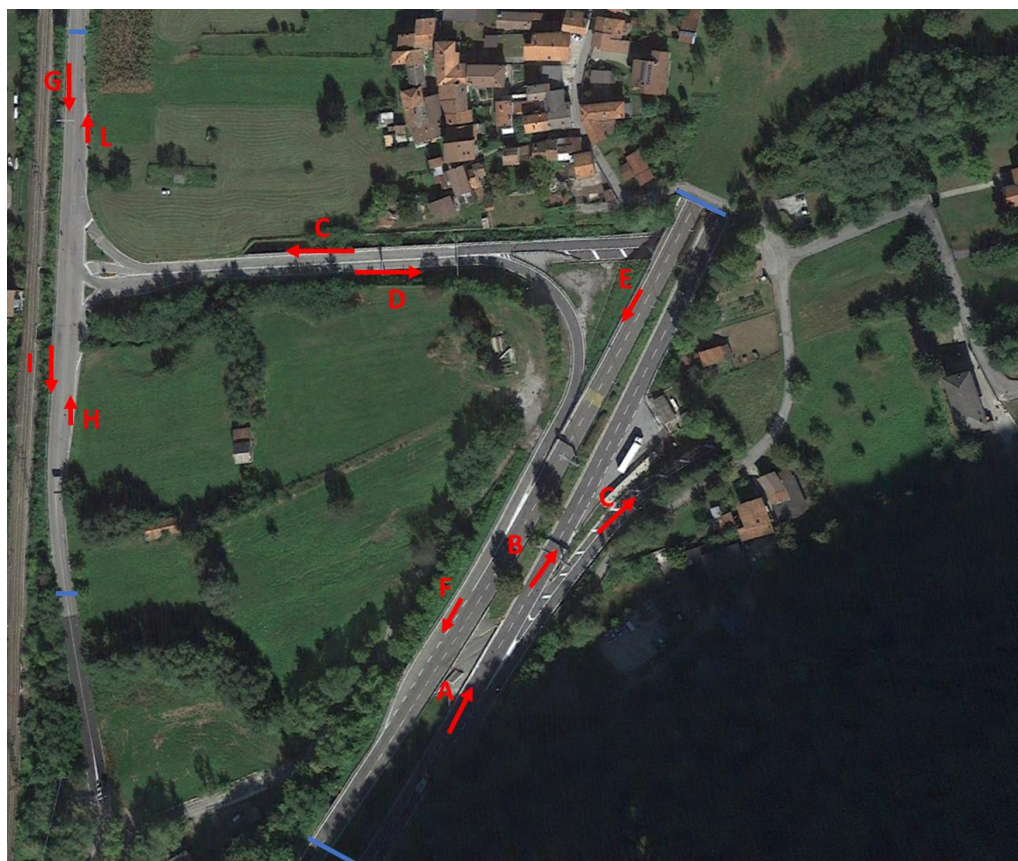


Figura 2-141 Scenario Ante Operam: Rete stradale attuale

Nella tabella seguente si riportano i valori di TGM per ciascun asse stradale considerato.

Arco	TGM		TGM Diurno		TGM Notturno	
	Diurno	Notturno	V. Leggeri	V. Pesanti	V. Leggeri	V. Pesanti
A	8286	997	7443	843	873	124
C	786	94	744	42	87	6
B	7500	904	6699	801	786	118
F	7873	1350	7123	750	1148	202
D	750	125	712	38	115	10
E	7123	1225	6411	713	1033	192
L	393	47	372	21	44	3
G	375	62	356	19	57	5
H	375	62	356	19	57	5
I	393	47	372	21	44	3

Tabella 2-71 Dati di traffico implementati all'interno del modello di calcolo SoundPlan per lo scenario Ante Operam

La velocità è stata assunta pari a:

Asse viario	V. Leggeri	V. Pesanti
Rampe	50	40
SP72	50	40
SS36	80	70

Tabella 2-72 Velocità di scorrimento adottate nel modello in funzione della categoria di veicolo e dell'infrastruttura viaria

2.7.3.2 Output del modello

I risultati della modellazione acustica permettono di determinare le condizioni di esposizione al rumore stradale del territorio e dei ricettori contermini l'infrastruttura ricadenti all'interno dell'ambito di studio in termini sia di mappatura acustica al suolo che di valori puntuali rispetto al descrittore acustico $Leq(A)$ nel periodo diurno e notturno.

Mappatura acustica

Il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in $Leq(A)$ in termini di mappature acustiche, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo. La griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri, mentre l'ordine di riflessione è stato assunto pari a 3.

Il metodo di calcolo del rumore stradale è il CNOSSOS – EU Road: 2015, quale riferimento nel contesto normativo nazionale, nella versione più aggiornata.

Le curve di isolivello acustico, relative ai periodi diurno e notturno, sono rappresentate nelle tavole "Clima acustico allo stato attuale - diurno" (T00IA20AMBCT09A) e "Clima acustico allo stato attuale - notturno" (T00IA20AMBCT10A).

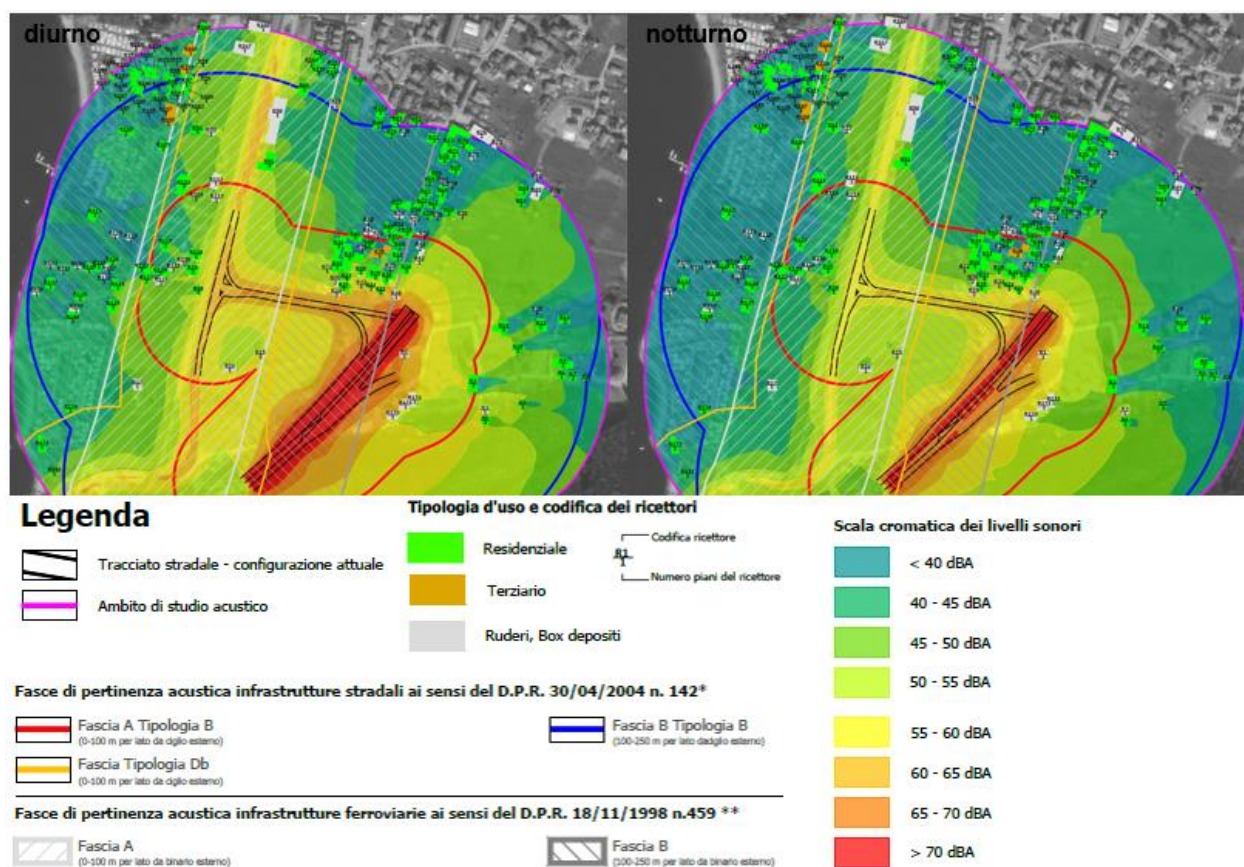


Figura 2-142: Scenario Ante Operam: stralcio della mappatura acustica al suolo nel periodo diurno e notturno

Valori acustici in corrispondenza dei ricettori

Il secondo output del modello di simulazione consiste nei valori puntuali di $Leq(A)$ calcolati in prossimità di ciascun edificio all'interno dell'ambito di studio secondo la destinazione d'uso e, di conseguenza, del valore limite di riferimento. Di conseguenza, per ogni edificio a destinazione residenziale o terziario è stato calcolato il livello acustico ad 1 metro dalla facciata per ciascun piano e facciata. I risultati ottenuti dal modello di calcolo per lo scenario ante operam non hanno evidenziato criticità. I valori massimi determinati in corrispondenza della facciata più esposta sono riportati per ciascun ricettore considerato unitamente al confronto con i valori limite nella tabella seguente.

ID	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni $Leq(A)$		Livelli esterni $Leq(A)$		Livello residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R2	p. terra	Residenziale	70,0	60,0	54,8	50,9	-	-
R2	piano 1	Residenziale	70,0	60,0	56,3	52,1	-	-
R2	piano 2	Residenziale	70,0	60,0	57,3	52,9	-	-
R4	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	56,9	52,4	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

R4	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	57,1	52,6	-	-
R5	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	52,1	48,2	-	-
R5	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	53,3	49,2	-	-
R6	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	46,4	42,9	-	-
R7	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	44,5	41	-	-
R7	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	39,8	36,4	-	-
R8	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	30,3	25,8	-	-
R9	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	47,1	43,6	-	-
R9	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	49	45,3	-	-
R10	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	51,7	47,8	-	-
R10	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	53	48,9	-	-
R11	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	53,1	49,2	-	-
R11	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	55,1	51	-	-
R12	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	46,8	43	-	-
R12	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	49,9	45,9	-	-
R13	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	33,5	29,3	-	-
R13	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	37	32,8	-	-
R18	p. terra	Residenziale	67,0	57,0	55,8	51,6	-	-
R19	p. terra	Residenziale	67,0	57,0	46,3	42,2	-	-
R19	piano 1	Residenziale	67,0	57,0	53,3	49,2	-	-
R21	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	61,2	56,8	-	-
R21	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	64,1	58,6	-	-
R22	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	59,5	55,1	-	-
R25	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	60	55,6	-	-
R25	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	61,9	57,4	-	-
R27	piano 3	Residenziale	68,8	58,8	60,8	56,3	-	-
R27	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	52,1	47,7	-	-
R27	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	56	51,7	-	-
R27	piano 2	Residenziale	68,8	58,8	58,6	54,1	-	-
R28	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	53,3	49	-	-
R28	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	56,2	51,7	-	-
R29	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	52,9	48,8	-	-
R29	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	57,6	53,4	-	-
R30	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	57,2	52,8	-	-
R30	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	61,1	56,6	-	-
R31	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	50,4	46,2	-	-
R31	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	52,3	48,1	-	-
R31	piano 2	Residenziale	68,8	58,8	54,4	50,1	-	-
R33	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	48	43,8	-	-
R33	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	52,5	48,2	-	-
R33	piano 2	Residenziale	68,8	58,8	54,7	50,3	-	-
R34	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	47,5	43,6	-	-
R34	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	50,9	47,1	-	-
R34	piano 2	Residenziale	68,8	58,8	52,6	48,4	-	-
R36	piano 2	Residenziale	68,8	58,8	58,3	53,9	-	-
R36	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	52,7	48,8	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

R36	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	54,6	50,3	-	-
R37	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	42,8	38,9	-	-
R37	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	44,2	40,2	-	-
R38	p. terra	Terziario	68,8	-	42,5	-	-	-
R38	piano 1	Terziario	68,8	-	46,1	-	-	-
R40	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	43	39	-	-
R41	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	40	36,3	-	-
R41	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	41,2	37,3	-	-
R41	piano 2	Residenziale	68,8	58,8	42,1	38	-	-
R44	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	39,5	35,2	-	-
R44	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	41,4	37,2	-	-
R45	p. terra	Residenziale	68,8	58,8	40,5	36,3	-	-
R45	piano 1	Residenziale	68,8	58,8	38,3	33,9	-	-
R49	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	37,6	33,3	-	-
R49	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	39,5	35,4	-	-
R50	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	41,9	38,2	-	-
R50	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	45,3	41,8	-	-
R50	piano 2	Residenziale	62,0	52,0	37,2	32,5	-	-
R51	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	37,7	33,2	-	-
R55	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	39,5	35,8	-	-
R55	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	41,3	37,5	-	-
R56	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	36,6	32	-	-
R56	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	40,2	36,2	-	-
R57	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	36,4	31,7	-	-
R60	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	43,4	39,2	-	-
R60	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	48,7	44,6	-	-
R61	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	35,3	30,6	-	-
R61	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	41,9	38,1	-	-
R61	piano 2	Residenziale	65,0	55,0	45,9	42,1	-	-
R62	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	36,4	32,6	-	-
R62	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	41,1	37,6	-	-
R62	piano 2	Residenziale	62,0	52,0	43,6	40,2	-	-
R63	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	37,3	33,5	-	-
R63	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	41,2	37,6	-	-
R63	piano 2	Residenziale	62,0	52,0	42,9	39,4	-	-
R64	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	32,8	28,2	-	-
R64	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	35,4	30,8	-	-
R65	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	37,9	34,1	-	-
R65	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	41	37,3	-	-
R66	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	37,9	34,2	-	-
R66	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	41	37,4	-	-
R66	piano 2	Residenziale	65,0	55,0	42,4	38,8	-	-
R69	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	36,3	32,2	-	-
R69	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	33,8	29,9	-	-
R70	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	37,7	34,1	-	-
R70	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	39,6	36,2	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

R71	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	32	27,6	-	-
R71	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	34	29,7	-	-
R72	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	36,5	33	-	-
R72	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	39,9	36,2	-	-
R72	piano 2	Residenziale	62,0	52,0	42,8	39,1	-	-
R73	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	36,7	33,1	-	-
R73	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	39,8	36,3	-	-
R74	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	30,5	25,9	-	-
R74	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	32,3	28	-	-
R79	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	37,8	34,2	-	-
R79	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	39,2	35,6	-	-
R80	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	38,4	34,9	-	-
R80	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	40	36,4	-	-
R81	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	35,7	32,2	-	-
R81	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	37,1	33,6	-	-
R82	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	33,2	29,1	-	-
R82	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	37,1	33,4	-	-
R83	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	48,3	44,6	-	-
R83	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	50,9	47,1	-	-
R84	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	46,4	42,7	-	-
R84	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	49,3	45,6	-	-
R84	piano 2	Residenziale	65,0	55,0	50,1	46,1	-	-
R89	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	50	45,9	-	-
R89	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	50,9	46,6	-	-
R89	piano 2	Residenziale	65,0	55,0	50,9	46,7	-	-
R91	p. terra	Residenziale	67,0	57,0	58,8	54	-	-
R91	piano 1	Residenziale	67,0	57,0	58,5	53,8	-	-
R91	piano 2	Residenziale	67,0	57,0	57,9	53,3	-	-
R92	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	48,9	45	-	-
R92	piano 2	Residenziale	65,0	55,0	50,3	46,4	-	-
R92	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	46,1	42,3	-	-
R94	p. terra	Residenziale	63,8	53,8	45,7	41,9	-	-
R95	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	36,6	32,7	-	-
R96	p. terra	Residenziale	63,8	53,8	45,4	41,6	-	-
R97	p. terra	Residenziale	63,8	53,8	39,5	35,8	-	-
R98	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	41,5	37,7	-	-
R99	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	37,5	33,5	-	-
R100	p. terra	Residenziale	63,8	53,8	45	41,1	-	-
R101	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	43,3	39,4	-	-
R102	p. terra	Residenziale	63,8	53,8	44,7	40,8	-	-
R103	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	41,6	37,8	-	-
R104	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	41,1	37,2	-	-
R105	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	38	34,2	-	-
R106	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	39,2	35,5	-	-
R107	p. terra	Terziario	62,0	-	44,1	-	-	-
R107	piano 1	Terziario	62,0	-	45,8	-	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

R108	p. terra	Terziario	63,8	-	44,7	-	-	-
R108	piano 1	Terziario	63,8	-	46,6	-	-	-
R108	piano 2	Terziario	63,8	-	47,2	-	-	-
R109	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	42,6	38,6	-	-
R109	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	45,1	41,2	-	-
R110	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	40,9	37,2	-	-
R111	p. terra	Residenziale	67,0	57,0	44	40,1	-	-
R111	piano 1	Residenziale	67,0	57,0	47,5	43,5	-	-
R111	piano 2	Residenziale	67,0	57,0	49,6	45,7	-	-
R115	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	39,7	36	-	-
R115	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	42,4	38,5	-	-
R118	p. terra	Residenziale	67,0	57,0	46,6	42,6	-	-
R119	p. terra	Residenziale	67,0	57,0	42,3	38,6	-	-
R119	piano 1	Residenziale	67,0	57,0	46,9	43,1	-	-
R122	p. terra	Residenziale	67,0	57,0	40,9	37	-	-
R123	piano 2	Residenziale	67,0	57,0	49,9	46,1	-	-
R123	p. terra	Residenziale	67,0	57,0	45,4	41,5	-	-
R123	piano 1	Residenziale	67,0	57,0	48,1	44,2	-	-
R124	p. terra	Residenziale	67,0	57,0	45,7	42	-	-
R124	piano 1	Residenziale	67,0	57,0	49,8	46	-	-
R124	piano 2	Residenziale	67,0	57,0	51,4	47,4	-	-
R126	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	45,6	41,8	-	-
R126	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	42,6	38,8	-	-
R128	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	37,8	34,1	-	-
R129	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	39,4	35,8	-	-
R134	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	43	39,3	-	-
R134	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	46,5	42,7	-	-
R134	piano 2	Residenziale	62,0	52,0	47,9	43,9	-	-
R135	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	43,3	39,6	-	-
R136	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	44,9	41,2	-	-
R136	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	41,2	37,5	-	-
R137	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	42,9	39,4	-	-
R140	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	42,4	38,7	-	-
R140	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	45,4	41,7	-	-
R141	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	44,6	40,8	-	-
R142	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	40,3	36,5	-	-
R143	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	40	36,3	-	-
R144	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	37,6	33,9	-	-
R145	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	39,2	35,5	-	-
R146	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	38	34,5	-	-
R147	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	35,1	31,5	-	-
R148	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	36,7	32,9	-	-
R149	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	37,8	34,1	-	-
R150	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	28,9	24,6	-	-
R151	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	40,8	37,2	-	-
R152	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	40	36,6	-	-

Studio di Impatto Ambientale – Parte 2: Lo scenario di base

R153	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	35,7	31,8	-	-
R154	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	35	31,2	-	-
R155	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	35,9	32,4	-	-
R156	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	33,9	30,4	-	-
R157	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	35,9	32,5	-	-
R158	p. terra	Terziario	63,8	-	43,2	39,3	-	-
R159	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	47,6	43,6	-	-
R159	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	49,2	45	-	-
R160	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	44,5	40,6	-	-
R160	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	41,8	38	-	-
R161	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	39,4	35,8	-	-
R161	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	42,5	38,9	-	-
R161	piano 2	Residenziale	62,0	52,0	43,6	39,8	-	-
R162	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	39	35,6	-	-
R162	piano 1	Residenziale	62,0	52,0	40,5	36,9	-	-
R163	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	38,7	35,1	-	-
R163	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	41	37,2	-	-
R164	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	47,4	43,4	-	-
R164	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	49	44,8	-	-
R165	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	47,2	43,3	-	-
R165	piano 1	Residenziale	65,0	55,0	48,9	44,7	-	-
R168	p. terra	Terziario	63,8	-	44,9	-	-	-
R169	p. terra	Residenziale	63,8	53,8	44,4	40,7	-	-
R173	p. terra	Residenziale	65,0	55,0	43,2	39,6	-	-
R174	p. terra	Residenziale	62,0	52,0	42,2	38,6	-	-

Tabella 2-73 Verifica dei livelli acustici in facciata nello scenario Ante Operam (stato attuale)

2.8 G2 – Vibrazioni

2.8.1 Normativa di riferimento

In relazione alla tematica delle vibrazioni, le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo", che definiscono:

- i tipi di locali o edifici;
- i periodi di riferimento;
- i valori che costituiscono il disturbo;
- il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne.

Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:

- di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti: asse z passante per il coccige e la testa, asse x passante per la schiena ed il petto, asse y passante per le due spalle. Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i valori di riferimento riportati nelle tabelle: Tabella 2-74 e Tabella 2-75; tali valori sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza $a(w)$ e del suo corrispondente livello $L(w)$.

Quando i valori delle vibrazioni in esame superano i livelli di riferimento, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità

(tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc.

	a (m/s²)	La,w (dB)
Aree critiche	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni (notte)	7,0 10 ⁻³	77
Abitazioni (giorno)	10,0 10 ⁻³	80
Uffici	20,0 10 ⁻³	86
Fabbriche	40,0 10 ⁻³	92

Tabella 2-74 Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse z

	a (m/s²)	La,w (dB)
Aree critiche	3,6 10 ⁻³	71
Abitazioni (notte)	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni (giorno)	7,2 10 ⁻³	77
Uffici	14,4 10 ⁻³	83
Fabbriche	28,8 10 ⁻³	89

Tabella 2-75 Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse x, y

La norma UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è quello di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. Per semplicità, la presente norma considera gamme di frequenza variabili da 0,1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazione causata dall' uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio (per esempio vibrazioni indotte da macchinari all'interno degli edifici): tuttavia eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. Gli urti direttamente applicati alla struttura attraverso macchine industriali, gli urti prodotti dalle esplosioni, dalla battitura dei pali e da altre sorgenti immediatamente a ridosso dei ristretti limiti della struttura non sono inclusi nella gamma di frequenza indicata, ma lo sono i loro effetti sulla struttura. In appendice A della norma stessa è riportata la classificazione degli edifici.

Nell'Appendice B della norma, che non costituisce parte integrante della norma stessa, sono indicate nel Prospetto IV le velocità ammissibili per tipologia di edificio, nel caso particolare di civile abitazione i valori di riferimento sono riportati nella tabella seguente.

	Civile abitazione			
	Fondazione	Pavimento		
frequenza	< 10 Hz	10-50 Hz	50 -100 Hz	diverse freq.
velocità (mm/s)	5	5-15	15-20	15

Tabella 2-76 Valori di riferimento delle velocità

La norma UNI 11048 "Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo", sperimentale, definisce i metodi di misurazione delle vibrazioni e degli urti trasmessi agli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi, al fine di valutare il disturbo arrecato ai soggetti esposti. Essa affianca la UNI 9614. La norma non si applica alla valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, in relazione a possibili danni strutturali o architettonici, per la quale si rimanda alla UNI 9916.