

SS38 "dello Stelvio" - Tangenziale Sud di Sondrio

Nuovo attraversamento in viadotto della linea ferroviaria Sondrio-Tirano e nuove connessioni alla viabilità locale tra le Pk 40+000 e la Pk 40+700 nei Comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina

PROGETTO DEFINITIVO

COD. MI634

PROGETTAZIONE:



PROGETTISTI:

*Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155*

*Ing. Carlo Mazzetti
Ordine Ing. Siena n. 1177*

*Dott. Luciano Luciani
Dott. Sc. Forestali*

*Dott. Giulio Tona
Ordine Agronomi e Forestali Firenze n. 1045*

*Ing. Michele Frizzarin
Ordine Ing. Verona n. A4547*

Il responsabile dell'integrazione tra le varie discipline specialistiche:

*Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155*

Il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:

*Arch. Giorgio Salimbene
Ordine Arch. Firenze n. 3997*

Il geologo:

*Dott. Geol. Pier Paolo Binazzi
Ordine Geologi Toscana n. 130*

VISTO Il responsabile del procedimento:

Ing. Giancarlo Luongo

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

ELABORATI GENERALI

PARTE 2 - LO SCENARIO DI BASE

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00IA10AMBRE02_A.DOC			
DPMI0634	D 23	CODICE ELAB.	T00IA10AMBRE02	A	—
A	EMISSIONE	AGOSTO 2023	G.TONA	L. LUCIANI	S. MONNI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Indice

1	LO SCENARIO DI BASE.....	3
	1.1 LA RETE E L'INFRASTRUTTURA STRADALE	3
1.1.1	IL RUOLO DELL'INFRASTRUTTURA NEL CONTESTO	3
1.1.2	L'INFRASTRUTTURA ATTUALE: LA DIMENSIONE FISICA	3
1.1.3	L'INFRASTRUTTURA ATTUALE: LA DIMENSIONE OPERATIVA	7
	1.2 IL CONTESTO AMBIENTALE	7
1.2.1	FONTI CONSULTATE	7
1.2.2	ARIA E CLIMA	10
1.2.3	ANALISI DELLA VULNERABILITÀ CLIMATICA E STUDIO SULLE MISURE DI ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO	23
	1.2.3.1 Premessa	23
	1.2.3.2 Processo metodologico di valutazione della vulnerabilità e dei rischi climatici	24
	1.2.3.3 Analisi della condizione climatica attuale e futura.....	26
	1.2.3.4 Caratterizzazione climatica futura.....	30
	1.2.3.5 Identificazione degli stressors climatici influenti sull'area di progetto.....	32
	1.2.3.6 Proiezioni climatiche per l'area di progetto	34
1.2.4	AMBIENTE IDRICO	39
	1.2.4.1 Bacino idrografico e rete idrografica.....	39
	1.2.4.2 Fiume Adda.....	41
1.2.5	SUOLO E SOTTOSUOLO	46
	1.2.5.1 Inquadramento geografico.....	46
	1.2.5.2 Assetto geomorfologico	48
	1.2.5.3 Assetto geologico	50
	1.2.5.4 Assetto sismico di base.....	52
	1.2.5.5 Assetto idrogeologico.....	58
	1.2.5.6 Criticità.....	62
1.2.6	TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	64
1.2.7	BIODIVERSITÀ	66
	1.2.7.1 Vegetazione e habitat.....	66
	1.2.7.2 Fauna	75
1.2.8	RUMORE	117
1.2.9	SALUTE PUBBLICA	125
	1.2.9.1 Contesto demografico	126
	1.2.9.2 Indicatori demografici	127

1.2.9.3	Emissioni atmosferiche ed acustiche condizionanti la salute pubblica.....	133
1.2.10	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE	134
1.2.10.1	SISTEMA PAESAGGISTICO DEGLI AMBITI NATURALI	134
1.2.10.2	SISTEMA PAESAGGISTICO DEGLI AMBITI AGRICOLI	136
1.2.10.3	SISTEMA PAESAGGISTICO DEGLI AMBITI INFRASTRUTTURALI ED INSEDIATIVI	138
1.2.10.4	INQUADRAMENTO FRUITIVO E PERCETTIVO	141

1 LO SCENARIO DI BASE

1.1 LA RETE E L'INFRASTRUTTURA STRADALE

1.1.1 IL RUOLO DELL'INFRASTRUTTURA NEL CONTESTO

L'intervento oggetto della presente trattazione prevede la realizzazione di un'opera di scavalco della linea ferroviaria Sondrio – Tirano che modifica la parte conclusiva orientale della tangenziale di Sondrio.

L'opera consente di evitare il passaggio a livello lungo la SS 38 “dello Stelvio”, (approssimativamente intorno alla Pk 40+700) ai flussi di traffico sulla direttrice Milano – Bormio.

A livello extraurbano L'asse primario interessato dall'intervento è la SS38:

la SS38 “dello Stelvio” si dirama a Colico dalla SS36 proveniente da Milano, Monza e Lecco, collega Morbegno, Sondrio, Tirano e Bormio al passo dello Stelvio, discendendo successivamente lungo la Val Venosta verso Merano e Bolzano. In territorio valtellinese questo asse ricalca il tracciato storico della strada napoleonica tra Colico e Sondrio, e di quella austriaca tra Sondrio e Tirano.

La rete extraurbana è completata dalle strade provinciali, convergenti sul capoluogo:

- la SP14 “Panoramica del Terziere di Mezzo”, che collega il capoluogo al nucleo storico di Castione Andevenno interessando le frazioni di Mossini e Sant'Anna-Pradella-Triangia;
- la SP15 “della Valmalenco”, che collega Sondrio a Chiesa in Valmalenco attraversando la frazione di Mossini;
- la SP16 “Orobica”, che collega il capoluogo ai centri situati ad Ovest sulla sponda opposta dell'Adda (Albosaggia, Caiolo, Cedrasco);
- la SP19 “di Piateda”, che si dirama dalla SS38 immediatamente ad Est della città raggiungendo il centro omonimo;
- la SP21 “dei Castelli”, che congiunge la città a Montagna in Valtellina, Poggiridenti e Tresivio, lungo un tracciato elevato sul balcone orografico del versante retico.

A livello locale l'intervento va ad inserirsi nel comune di Montagna in Valtellina al confine con il comune di Sondrio. La città di Sondrio risulta essere il polo principale dell'area attraendo la maggior parte degli spostamenti in particolar modo provenienti dai comuni di prima cintura.

La rete stradale locale interessata dall'intervento è quella che consente l'accesso orientale alla città in particolare le vie Stelvio e via Europa; si individua inoltre a sud la SP19 collegamento verso i comuni a sud

1.1.2 L'INFRASTRUTTURA ATTUALE: LA DIMENSIONE FISICA

Attualmente la tangenziale di Sondrio si innesta mediante intersezione a rotatoria sul tracciato storico della SS38, dopo aver attraversato a raso la linea ferroviaria Sondrio – Tirano. Immediatamente a sud del passaggio a livello si trova l'intersezione (regolata a semplice precedenza con corsie canalizzate) con la SP19 di Piateda.



Figura 1 Intersezione SS38 / via Stelvio in località Piano

Nella foto è possibile vedere l'intersezione tra la SS38 e la SP19, l'attraversamento della linea ferroviaria, e l'intersezione a rotatoria tra la SS38 e Via Stelvio.



Figura 1. Passaggio a livello RFI km 2+521. In secondo piano l'innesto della SP19



Figura 2. Passaggio a livello RFI km 2+521. In secondo piano l'innesto della SP19

Proseguendo lungo la tangenziale di Sondrio in direzione sud-ovest verso Morbegno si trova l'intersezione con via Europa (km 40+050 circa), nella quale sono ammesse unicamente due manovre di svolta in destra:

- dalla corsia direzione Morbegno della tangenziale verso via Europa,
- da via Europa verso la medesima corsia della tangenziale.

Sono presenti rispettivamente le corsie di decelerazione e accelerazione.



Figura 3. Intersezione tangenziale di Sondrio SS38 / via Europa



Figura 4. Intersezione tangenziale di Sondrio SS38 / via Europa

1.1.3 L'INFRASTRUTTURA ATTUALE: LA DIMENSIONE OPERATIVA

Per descrivere l'operatività dell'infrastruttura attuale a livello locale si individuano e descrivono i nodi che la caratterizzano.

Partendo da sud si individua l'intersezione fra la SS38 e via Europa; l'intersezione come descritto al paragrafo precedente consente solamente manovre di svolta a destra impedendo a chi arriva da ovest l'accesso a via Europa.

Risalendo si individua l'intersezione con la SP19 per i collegamenti da e per i comuni a sud del fiume Adda.

Successivamente, lungo la SS 38 “dello Stelvio”, approssimativamente intorno alla Pk 40+700, è presente un passaggio a livello (l'unico sulla direttrice Milano-Bormio) che costituisce elemento di perturbazione al regolare flusso stradale, causando fenomeni di congestione e rallentamenti lungo la Statale.

A collegare la SS38 con via Stelvio si trova una rotonda a tre bracci, che consente la prosecuzione lungo la SS38 direzione Bormio oppure l'accesso in via Stelvio verso Sondrio.

1.2 IL CONTESTO AMBIENTALE

1.2.1 FONTI CONSULTATE

Aria e clima:

- ARPA LOMBARDIA “Rapporto sulla qualità dell’aria della provincia di Sondrio – Anno 2021”, limitatamente agli inquinanti studiati con la simulazione modellistica (NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, e C₆H₆)
- D.Lgs n. 155 del 13.08.2010
- Legge regionale n. 24 dell’11.12.2006 “Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell’ambiente” e la delibera del Consiglio Regionale n. 891 del 6.10.2009 “Indirizzi per la programmazione regionale di risanamento della qualità dell’aria”, che ne individuano gli ambiti specifici di applicazione.
- Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell’Aria PRIA
- Piano Regionale Qualità dell’Aria PRQA
- La zonizzazione del territorio regionale secondo la d.g.r. 2605 del 30/11/2011
- studio viabilistico di progetto redatto da META srl nell’Aprile 2023 (Integrazione allo studio di traffico. Varianti progettuali B1 e C1).

Rumore:

- “Modello per la presentazione dello studio di impatto acustico per gli SIA nell’ambito dei procedimenti di VIA per le infrastrutture di trasporto Lineari - Matrice rumore”, prodotto da ARPA Lombardia - Settore Monitoraggi Ambientali.
- D.P.C.M 1 marzo 1991 “limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”
- Legge 26 ottobre 1995 n° 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”
- D.M. 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”
- Legge Regionale Lombardia 10 agosto 2001 n. 13 “Norme in materia di inquinamento acustico”;
- D.G.R. Lombardia 8 marzo 2002 n.VII/8313 Approvazione del documento “Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale di clima acustico”.
- D.G.R. Lombardia 10 gennaio 2014 n. X/1217 “Semplificazione dei criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione d’impatto acustico dei circoli privati e pubblici esercizi. Modifica ed integrazione dell’allegato alla deliberazione di Giunta regionale 8 marzo 2002, n. VII/8313”.
- DPCM 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- DM Ambiente 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"
- D.lgs. 17 febbraio 2017, n. 42, Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161”
- DPR 18/11/1998, n. 459 “Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”;
- LR n. 13/01, con riferimento alle attività temporanee.

- Studio viabilistico di progetto redatto da META srl nell'Aprile 2023 (Integrazione allo studio di traffico. Varianti progettuali B1 e C1).

Biodiversità:

- ARPA Lombardia
 - Stato delle acque superficiali Bacino del Fiume Adda. Corsi d'acqua del sottobacino dell'Adda pre e post lacuale, del Lago di Como, del Brembo e del Serio (Rapporto sessennale 2014-2019)
- Carta ittica e Piano Ittico della provincia di Sondrio (<https://www.provinciasondrio.it/servizio-caccia-pesca-strutture-agrarie/pesca/carta-ittica>)
- International Waterbird Censius Reports 2019-2022
- La fauna selvatica in Lombardia. Rapporto su distribuzione, abbondanza e stato di conservazione di uccelli e mammiferi (V. Vigorita, L. Cucè, L. Bani, R. Massa, a cura di). Milano: Regione Lombardia - Agricoltura. Bani, L., Massa, R., Massimino, D., Moiana, L., Orioli, V., Gagliardi, A., et al. (2008).
- Natura 2000 Network Viewer (<https://natura2000.eea.europa.eu/expertviewer/>)
- Piano di Gestione della ZPS IT2040402 Riserva Regionale Bosco dei Bordighi
- Portale Regione Lombardia (<https://www.regione.lombardia.it/>)
- Settore Agricoltura, Ambiente, Caccia e Pesca della Provincia di Sondrio (<https://www.provinciasondrio.it/settore-agricoltura-ambiente-caccia-pesca>)
 - Servizio ambiente e rifiuti
 - La funzionalità dei fiumi in Provincia di Sondrio: applicazione dell'indice RCE-2 (<https://www.provinciasondrio.it/static/funzionalitafiumi/ilfiumeAdda.htm>)
 - Servizio caccia, pesca e strutture agrarie della Provincia di Sondrio
 - Piano Faunistico Venatorio provinciale (<https://www.provinciasondrio.it/servizio-caccia-pesca-strutture-agrarie/piano-faunistico-venatorio-provinciale>)

Idoneità faunistica:

- Allen, A.W. 1987. Habitat suitability index models: gray squirrel, revised. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82(10.135). 16 PP. [First printed as: FWS/OBS-82/10.19, July 1982.1
- Sousa, P. 3. 1985. Habitat suitability index models: Red-spotted newt. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82 (10.111). 18 pp.
- Juntti, Thomas M.; Rumble, Mark A. 2006. Arc Habitat Suitability Index computer software. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-180WWW. Ft. Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 31 p.
- G.Ranci Ortigosa et al. / Environmental Modelling & Software 15 (2000) 1–12
- Allen, A.W., and R.D. Hoffman. 1984. Habitat suitability index models: Muskrat. U.S. Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82/10.46 27 pp
- Graves, B.M., and S.H. Anderson. 1987. Habitat suitability index models: bullfrog. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82(10.138). 22 pp.
- Vigorita, Cucè. La fauna selvatica in Lombardia. Rapporto 2008 su distribuzione, abbondanza e stato di conservazione di uccelli e mammiferi.

- Sindaco, Doria, Razzetti, & Bernini (Eds.), 2006 – Atlante degli anfibi e dei rettili d’Italia. Societas Herpetologica Italica, Edizioni Polistampa, Firenze, pp 792

Salute pubblica:

- Il Piano integrato Locale di Promozione della Salute 2022 (allegato delibera 223-2022)
- Dati statistici riferiti a Montagna in Valtellina e Sondrio forniti dal ATS Montagna a seguito di formale richiesta.

1.2.2 ARIA E CLIMA

Per la caratterizzazione della qualità dell’aria nella situazione ante-operam si è fatto riferimento ai contenuti del documento redatto da ARPA LOMBARDIA “Rapporto sulla qualità dell’aria della provincia di Sondrio – Anno 2021”, limitatamente agli inquinanti studiati con la simulazione modellistica (NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, e C₆H₆)

Nel territorio della provincia di Sondrio è presente una rete pubblica di monitoraggio della qualità dell’aria composta da 4 centraline fisse. La rete è integrata dalle informazioni raccolte da postazioni mobili e campionatori gravimetrici per la misura delle polveri. In particolare, per gli inquinanti oggetto di studio, sono stati utilizzati come riferimento i valori misurati presso le centraline di “Sondrio – Paribelli” e “Sondrio – Mazzini”, in quanto rappresentative dell’area oggetto di indagine.

PARTICOLATO ATMOSFERICO

Polveri PM₁₀

In Tabella 1 si confrontano i livelli di PM₁₀ rilevati dalla rete ARPA di Sondrio con i valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. 155/2010.

STAZIONE	D.LGS. 155/2010		
	PROTEZIONE SALUTE UMANA		
	RENDIMENTO [%]	MEDIA ANNUALE [µg/m ³] (LIMITE: 40 µg/m ³)	N° SUPERAMENTI DEL LIMITE GIORNALIERO (50 µg/m ³ DA NON SUPERARE PIÙ DI 35 VOLTE/ANNO]
Sondrio - Mazzini	98	21	12
Sondrio - Paribelli	98	22	19
Morbegno	99	18	6
Bormio	100	13	4

Tabella 1 – Valori medi annui di PM₁₀ rilevati nelle centraline ARPA della provincia di Sondrio

Il valore limite della concentrazione media annuale del PM₁₀ non è stato superato, nel corso del 2021, per nessuna delle centraline installate. In tutte le stazioni è stato superato in diversi giorni il limite giornaliero

per la protezione salute, senza però raggiungere i 35 giorni previsti dalla normativa. Gli sfioramenti del limite per la media giornaliera non rappresentano una criticità univoca della provincia di Sondrio, ma più in generale di tutta la Pianura Padana.

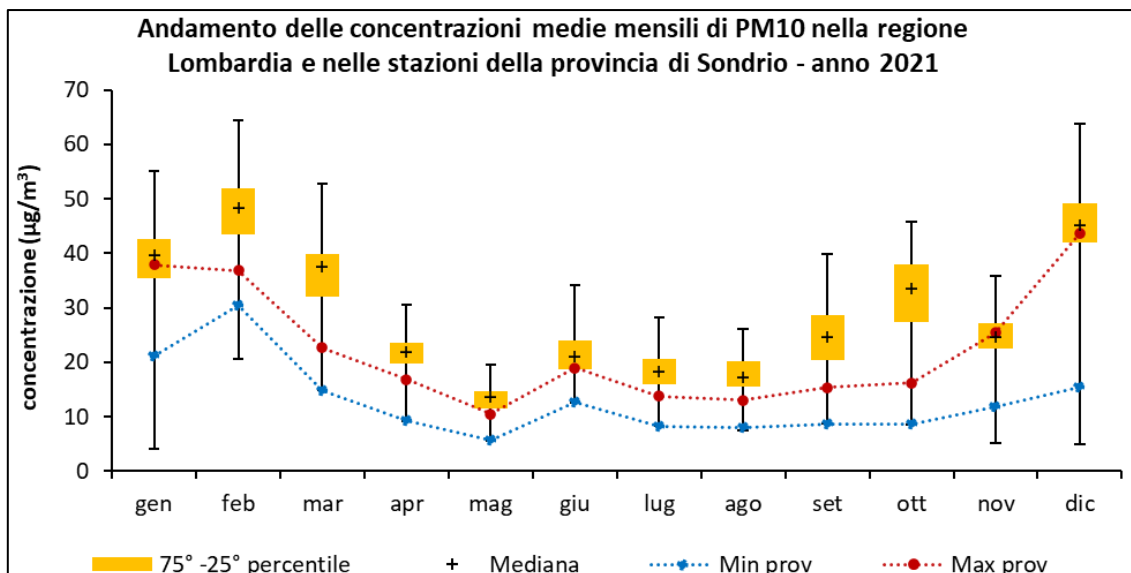


Figura 5 – Valori PM₁₀ anno 2021 (medie mensili delle stazioni ARPA della provincia di Sondrio)

La Figura 5 rappresenta l'andamento delle concentrazioni medie mensili di PM₁₀ registrate nel corso del 2021 nelle stazioni ARPA della provincia di Sondrio. I rettangoli arancio rappresentano l'insieme dei valori compresi fra il 25° e il 75° percentile della distribuzione dei valori di concentrazione, considerando le medie mensili di tutte le stazioni della rete regionale di monitoraggio. Le barre verticali individuano i valori minimi e massimi delle medie mensili di tutte le stazioni della rete.

L'andamento annuale delle concentrazioni di PM₁₀, al pari degli altri inquinanti, mostra una marcata dipendenza stagionale, con valori più alti nel periodo invernale, a causa sia della peggiore capacità dispersiva dell'atmosfera nei mesi più freddi sia della presenza di sorgenti aggiuntive come, ad esempio, il riscaldamento domestico. Il valore massimo mensile misurato nella provincia di Sondrio si attesta sostanzialmente in prossimità del 50° percentile delle medie regionali, non evidenziando quindi alcuna criticità specifica per questo inquinante.

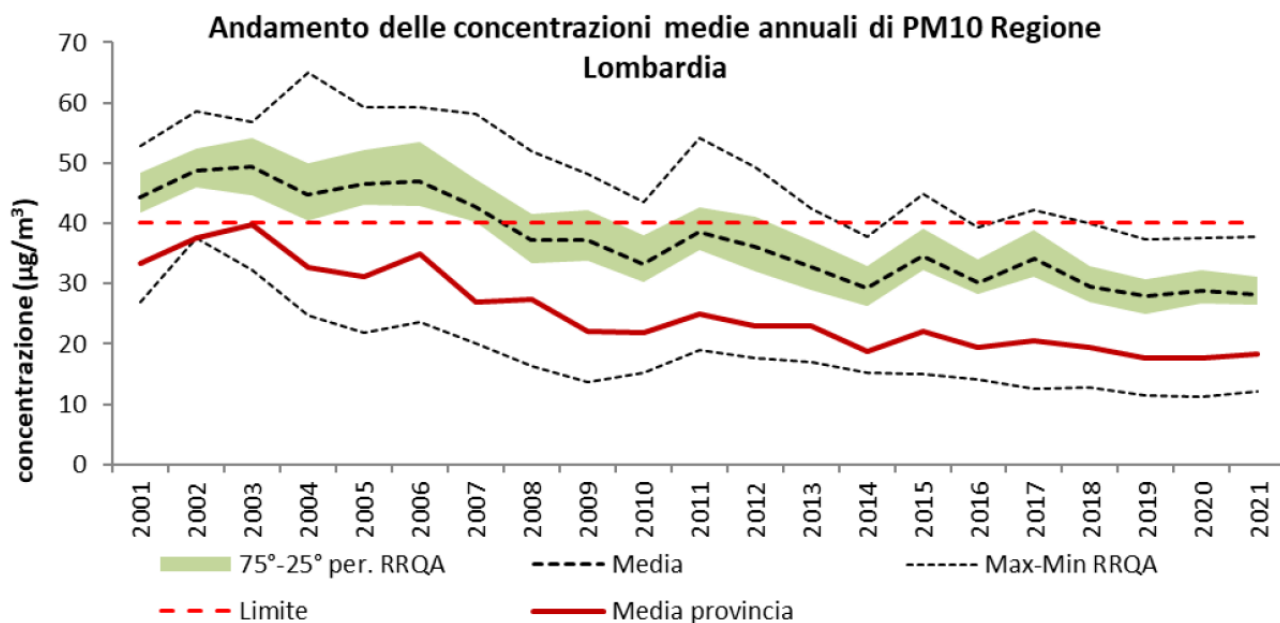


Figura 6 - Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM₁₀ della regione confrontato con il trend della provincia di Sondrio

La Figura 6 riporta il trend annuale della concentrazione di PM₁₀ relativo alla provincia di Sondrio: si nota una certa stazionarietà del valore della media annuale negli ultimi anni.

Polveri PM_{2,5}

In Tabella 2 si confrontano i livelli di PM_{2,5} rilevati dalla rete ARPA di Sondrio con i valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. 155/2010; in grassetto sono indicati i casi di non rispetto del limite.

STAZIONE	D.LGS. 155/2010	
	PROTEZIONE SALUTE UMANA	
	RENDIMENTO [%]	MEDIA ANNUALE [µg/m ³] (LIMITE: 25 µg/m ³)
Sondrio - Paribelli	98	17
Bormio	95	10

Tabella 2 - Valori medi annui di PM_{2,5} rilevati nelle centraline ARPA della provincia di Sondrio

Si riporta di seguito, in Figura 7, l'andamento dei valori minimi e massimi e del 25°, 50° (mediana) e 75° percentile, relativi alle medie mensili per il PM_{2,5}, ottenuti per la rete di monitoraggio della regione

Lombardia, nel corso del 2021, confrontati con i massimi e minimi tra i valori medi mensili registrati tra le stazioni della provincia. L'andamento dei percentili fornisce indicazioni sull'effettiva distribuzione dei valori delle concentrazioni nell'arco di ogni mese. In provincia di Sondrio i valori sono bassi e vengono spesso rilevate le minime medie regionali. In nessuna stazione è stato superato il limite annuale.

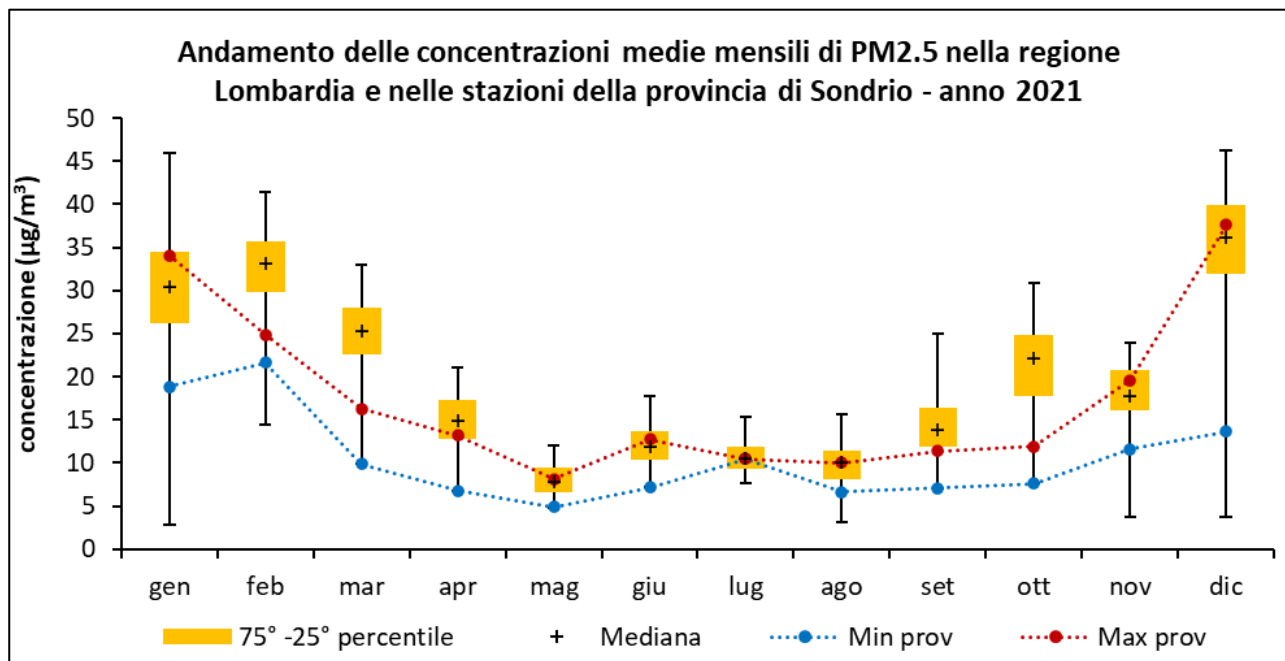


Figura 7 – Valori PM_{2.5} anno 2021 (medie mensili delle stazioni ARPA della provincia di Sondrio)

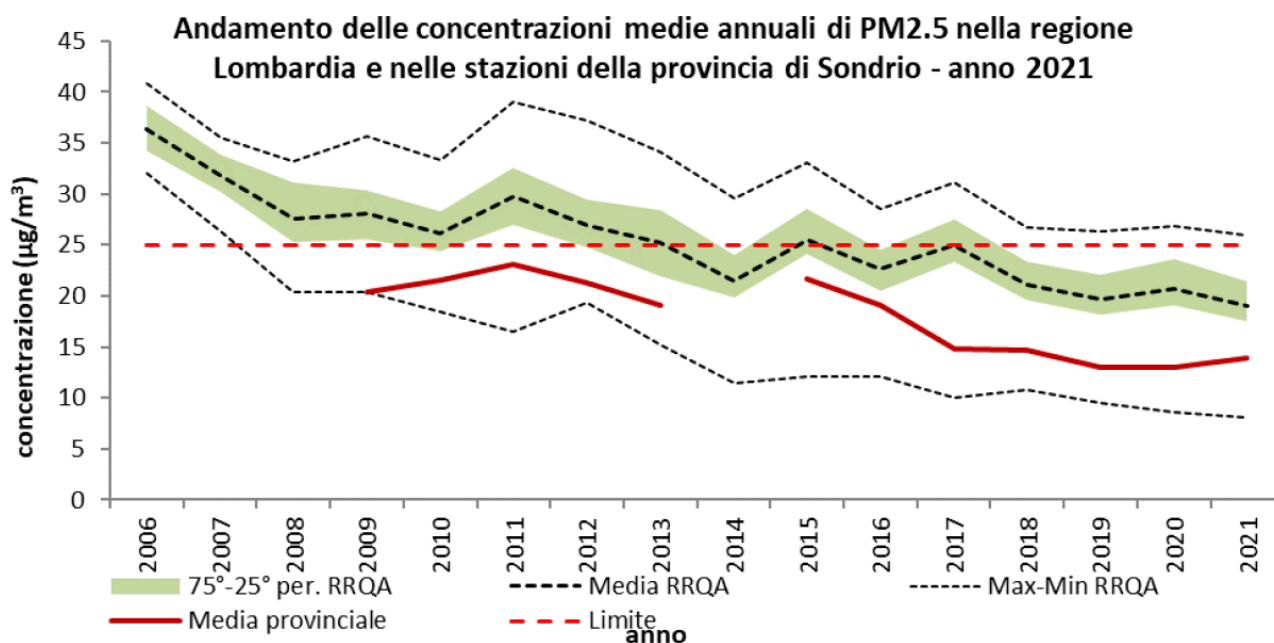


Figura 8 - Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM_{2.5} della regione confrontato con il trend della provincia di Sondrio

La Figura 8 riporta il trend annuale della concentrazione di PM_{2.5} relativo alla provincia di Sondrio: si nota una certa stazionarietà del valore della media annuale negli ultimi anni.

OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

In Tabella 3 si confrontano i livelli di biossido di azoto (NO₂) rilevati dalla rete ARPA di Sondrio con i valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. 155/2010.

STAZIONE	D.LGS. 155/2010		
	PROTEZIONE SALUTE UMANA		
	RENDIMENTO [%]	MEDIA ANNUALE [µg/m ³] (LIMITE: 40 µg/m ³)	N° SUPERAMENTI DEL LIMITE ORARIO (200 µg/m ³ DA NON SUPERARE PIÙ DI 18 VOLTE/ANNO)
Sondrio - Mazzini	99	23	0
Sondrio - Paribelli	98	20	0
Morbegno	98	18	0
Bormio	99	15	0

Tabella 3 - Valori medi annui di NO₂ rilevati nelle centraline ARPA della provincia di Sondrio

In nessuna delle centraline in esame sono stati superati, per l'anno 2021, né il valore limite della concentrazione media annua di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, né il limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Non sono presenti valori relativi alla concentrazione di NO_x in quanto le stazioni non sono idonee alla valutazione della protezione della vegetazione secondo le prescrizioni dell'allegato III, paragrafo 3, punto 2 del D.Lgs. 155/2010.

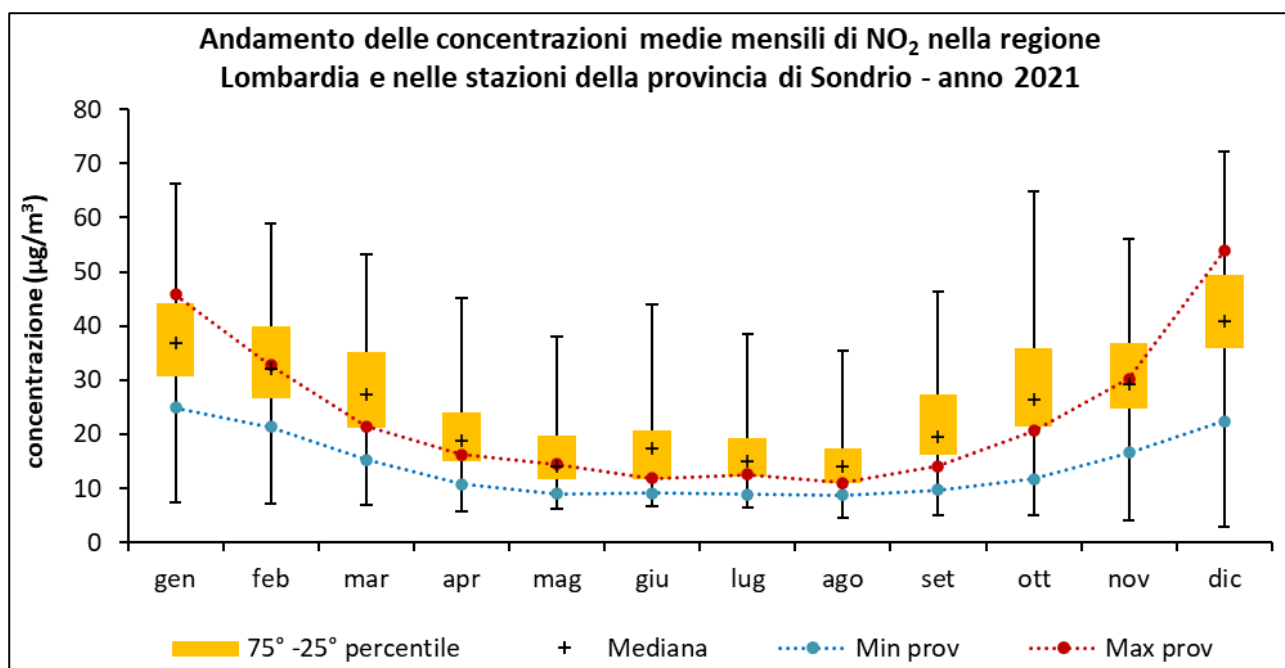


Figura 9 – Valori NO_2 anno 2021 (medie mensili delle stazioni ARPA della provincia di Sondrio)

La Figura 9 rappresenta l'andamento delle concentrazioni medie mensili di NO_2 registrate nel corso del 2021 nelle stazioni ARPA della provincia di Sondrio. L'andamento delle concentrazioni mostra una marcata dipendenza stagionale, con valori più alti nel periodo invernale.

I valori misurati nella provincia di Sondrio rientrano nella variabilità regionale. I valori massimi delle medie provinciali si attestano quasi spesso al di sotto del 25° percentile delle medie di tutte le stazioni; solo a gennaio e dicembre, è stato superato il 75° percentile.

In primavera-estate sono state registrate medie tra le più basse di tutta la regione.

Sulla base dei valori rilevati non si evidenzia nessuna specifica criticità legata a questo inquinante.

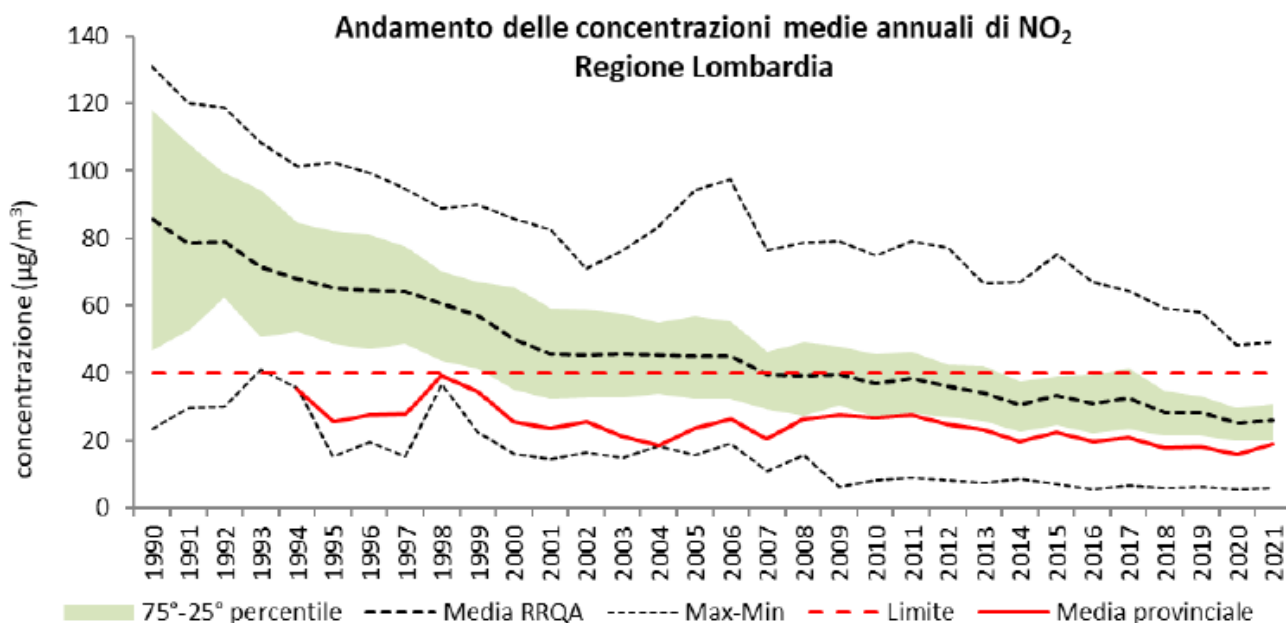


Figura 10 - Andamento delle concentrazioni medie annuali di NO₂ della regione confrontato con il trend della provincia di Sondrio

In Figura 10 è riportato il trend delle concentrazioni di NO₂ delle stazioni del Programma di valutazione della Regione confrontato con il trend della provincia di Sondrio.

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

In Tabella 4 si confrontano i livelli di monossido di carbonio (CO) rilevati dalla rete ARPA di Sondrio con i valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. 155/2010.

STAZIONE	D.LGS. 155/2010			
	RENDIMENTO [%]	MEDIA ANNUALE [mg/m ³]	N° SUPERAMENTI DEL LIMITE GIORNALIERO (10 mg/m ³ DA NON SUPERARE PIÙ DI 18 VOLTE/ANNO)	MASSIMA MEDIA SU 8 ORE [mg/m ³]
Sondrio - Mazzini	88	0,5	0	1,7
Morbegno	98	0,4	0	1,8
Bormio	99	0,4	0	2,1

Tabella 4 - Valori medi annui di CO rilevati nelle centraline ARPA della provincia di Sondrio

Si osserva che le concentrazioni medie annue del CO rilevate in tutte le stazioni della provincia sono risultate inferiori ad 1 mg/m^3 . Le concentrazioni medie massime sulle 8 ore non hanno mai superato il valore limite stabilito per la protezione della salute umana pari a 10 mg/m^3 .

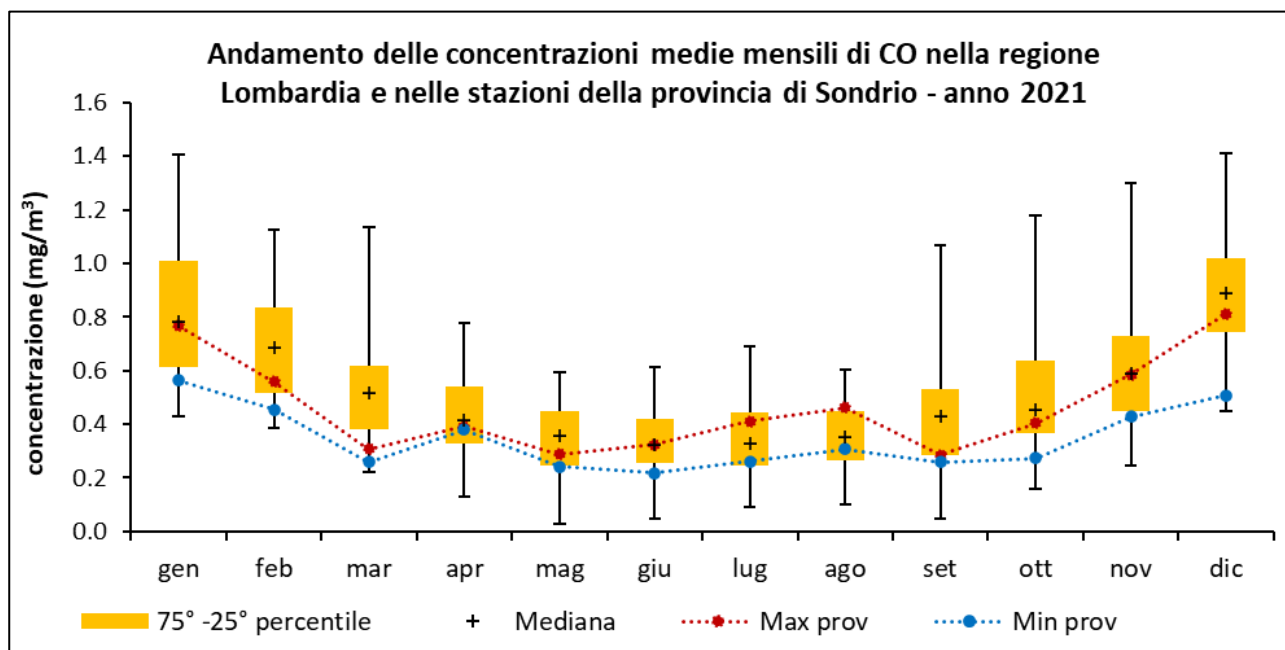


Figura 11 – Valori CO anno 2021 (medie mensili delle stazioni ARPA della provincia di Sondrio)

La Figura 11 rappresenta l'andamento delle concentrazioni medie mensili di CO registrate nell'anno di riferimento presso le stazioni ARPA della provincia di Sondrio. Le concentrazioni rilevate sono risultate ben al di sotto del limite normativo di riferimento per tutto il 2021.

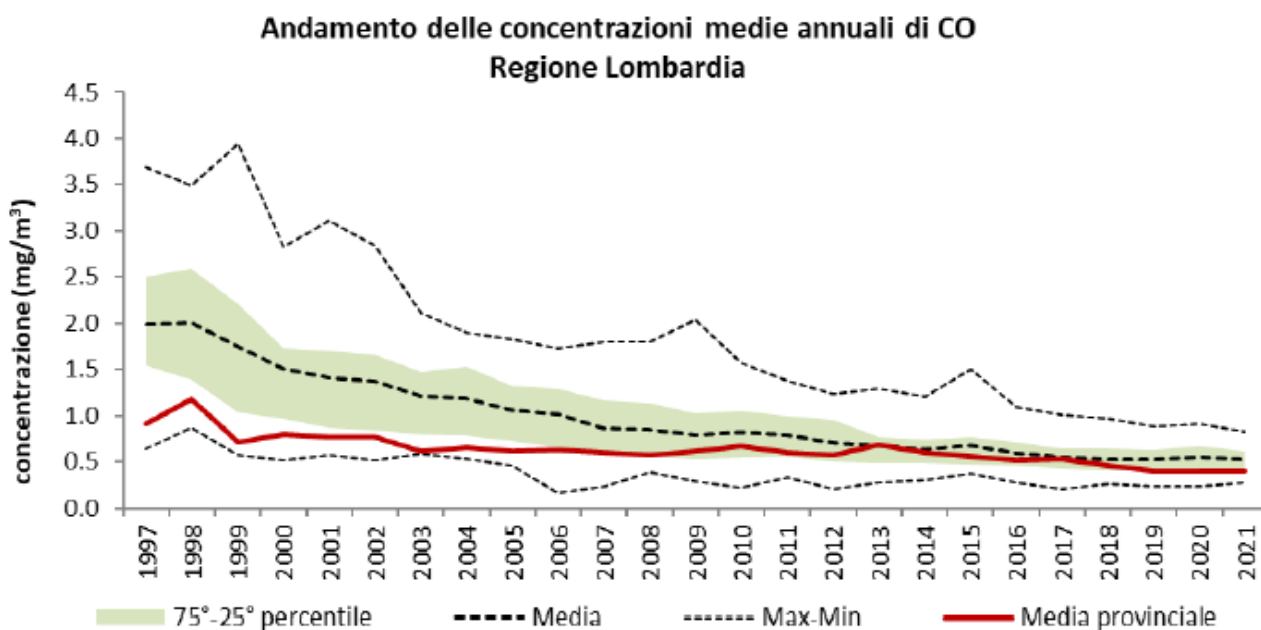


Figura 12 – Andamento delle concentrazioni medie annuali di CO della regione confrontato con il trend della provincia di Sondrio

In Figura 12 è riportato il trend annuale delle concentrazioni di monossido di carbonio delle stazioni del Programma di Valutazione della Regione confrontato con il trend della provincia di Sondrio.

BENZENE (C₆H₆)

In Tabella 5 si confrontano i livelli di benzene (C₆H₆) rilevati dalla rete ARPA di Sondrio con i valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. 155/2010; in grassetto sono indicati i casi di non rispetto del limite.

STAZIONE	D.LGS. 155/2010 - PROTEZIONE SALUTE UMANA	
	RENDIMENTO [%]	MEDIA ANNUALE [µg/m ³] (LIMITE: 5 µg/m ³)
Sondrio - Mazzini	100	0,6
Bormio	98	0,8

Tabella 5 – Valori medi annui di C₆H₆ rilevati nelle centraline ARPA della provincia di Sondrio

Dal prospetto si osserva che non è mai stata superata la concentrazione media annua di 5 mg/m³ nelle postazioni considerate.

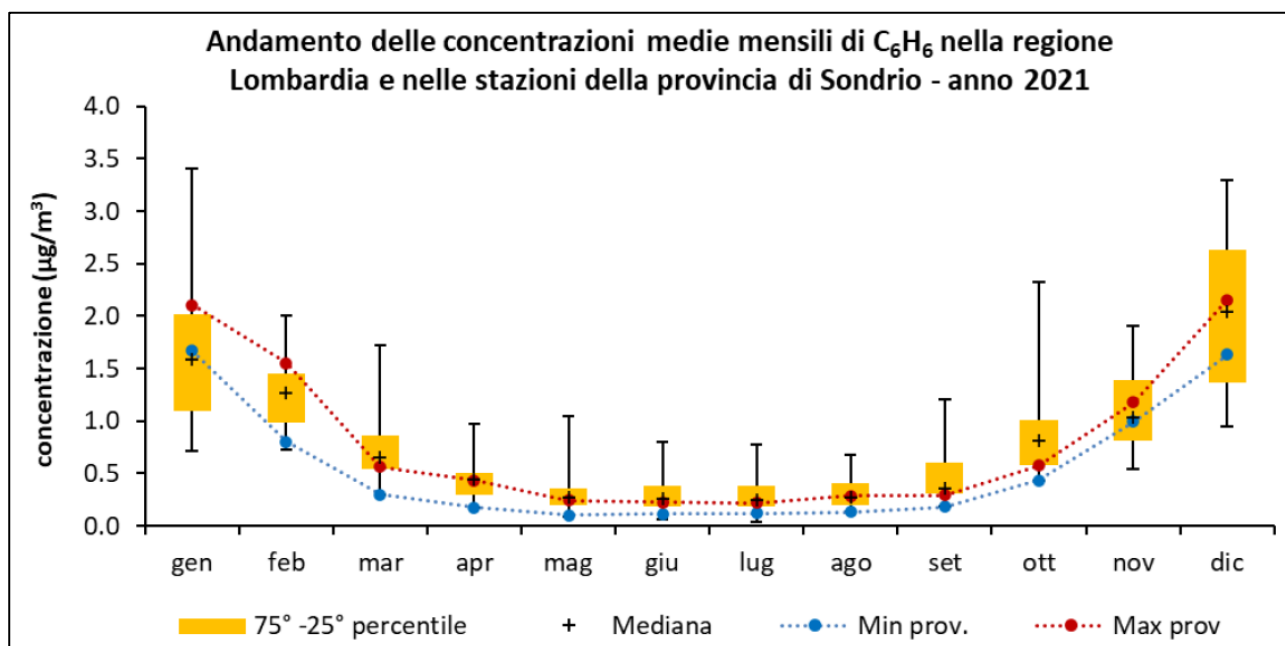


Figura 13 – Valori C_6H_6 anno 2021 (medie mensili delle stazioni ARPA della provincia di Sondrio)

La Figura 13 rappresenta l'andamento delle concentrazioni medie mensili di benzene registrate nell'anno 2021 presso le stazioni ARPA della provincia di Sondrio. Le concentrazioni rilevate mostrano una certa stagionalità, con valori più alti nei mesi freddi. In nessuna stazione della regione Lombardia è stato superato il limite legislativo sulla concentrazione media annuale.

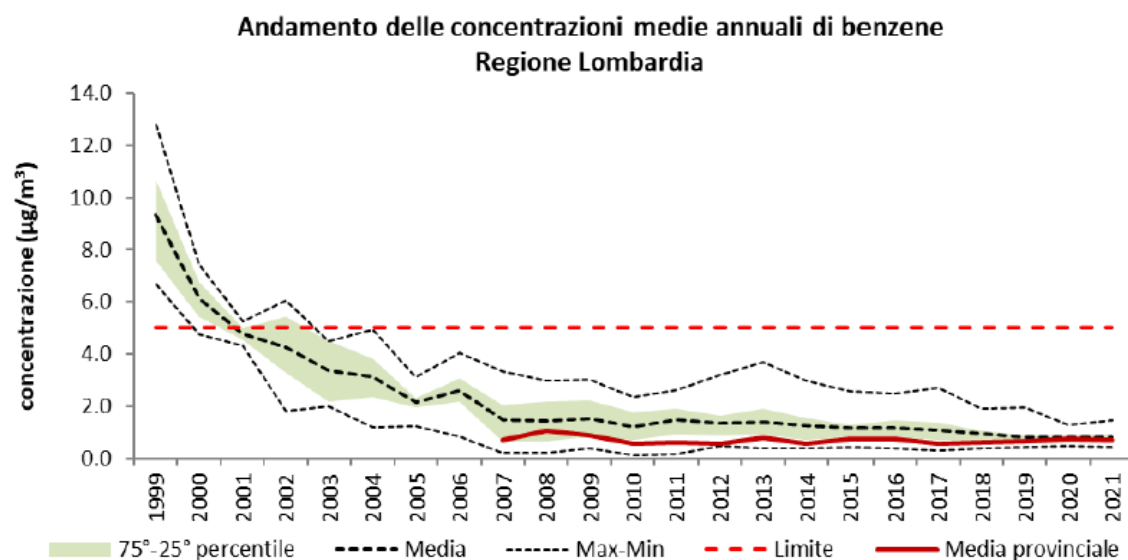


Figura 14 – Andamento delle concentrazioni medie annuali di C_6H_6 della regione confrontato con il trend della provincia di Sondrio

In Figura 14 è riportato il trend annuale delle concentrazioni di C₆H₆ delle stazioni del Programma di valutazione della Regione confrontato con il trend della provincia di Sondrio.

METERELOGIA

Le serie annuali riportate in formato MMS CALINE ed utilizzate come input al modello di calcolo, sono state ricostruite attraverso l'applicazione del modello CALMET sui dati misurati nel corso dell'anno 2022 nelle seguenti stazioni al suolo:

1. Sondrio Fond. Fojanini [46.166°N - 9.848°E]
2. Caiolo [46.155°N - 9.792°E]
3. 33-97 ERA5 (ECMWF) [46.15 °N - 9.70°E]

La stazione 33-97 ERA5 (ECMWF) è stata utilizzata per determinare i dati di pressione, copertura nuvolosa e altezza nubi.

Dall'analisi di tale serie di dati sono state estrapolate le statistiche relative ai diversi parametri meteorologici per il punto di riferimento meteo sopra individuato.

STAZIONE ARPA – SONDRIO FOND. FOJANINI

TEMPERATURA

I valori di temperatura variano da un minimo di -6,9°C nel mese di dicembre ad un massimo di circa 37,6°C nel mese di agosto. La variazione della temperatura media tra inverno ed estate è di circa 22°C.

PRECIPITAZIONI

Le precipitazioni complessive dell'anno 2022 ammontano a 622,00 mm; la stagione più piovosa è risultata l'autunno (261,20 mm) mentre quella più secca è stata l'inverno (68,20 mm).

STAZIONE ARPA – CAIOLO

TEMPERATURA

I valori di temperatura variano da un minimo di -10,9°C nel mese di dicembre ad un massimo di circa 36,9°C nel mese di agosto. La variazione della temperatura media tra inverno ed estate è di circa 24°C.

PRECIPITAZIONI

Le precipitazioni complessive dell'anno 2022 ammontano a 647,60 mm; la stagione più piovosa è risultata l'autunno (278,60 mm) mentre quella più secca è stata l'inverno (74,40 mm).

ANEMOMETRIA

L’analisi statistica sotto riportata relativa a velocità e direzione del vento evidenzia che la direzione prevalente di provenienza è quella da Ovest (circa il 21% dei venti proviene da tale direzione).

Le classi di velocità più frequenti sono V1 e V2 (rispettivamente pari al 56% e al 20% dei dati), mentre i venti con velocità > 5 m/s si verificano con maggiore frequenza lungo la direttrice Est-Ovest.

STATO DI FATTO

Le valutazioni riguardanti le emissioni generate dalle sorgenti stradali sono dedotte dai contenuti dello studio viabilistico di progetto redatto da META srl nell’Aprile 2023 (Integrazione allo studio di traffico. Varianti progettuali B1 e C1). Tale studio specifica i flussi veicolari orari riferiti all’ora di punta della mattina (07:30 – 08:30) per la situazione ante-operam (Stato di fatto) per l’intera rete stradale dell’area di studio.

La rete stradale dell’area di studio include, come asse primario, la SS38 che, diramandosi a Colico dalla SS36 proveniente da Milano, Monza e Lecco, collega Morbegno, Sondrio, Tirano e Bormio al passo dello Stelvio, discendendo successivamente lungo la Val Venosta verso Merano e Bolzano. La rete extraurbana è completata dalle strade provinciali, convergenti sul capoluogo:

- la SP14 “Panoramica del Terziere di Mezzo”, che collega il capoluogo al nucleo storico di Castione Andevenno interessando le frazioni di Mossini e Sant’Anna-Pradella-Triangia;
- la SP15 “della Valmalenco”, che collega Sondrio a Chiesa in Valmalenco attraversando la frazione di Mossini;
- la SP16 “Orobica”, che collega il capoluogo ai centri situati ad Ovest sulla sponda opposta dell’Adda (Albosaggia, Caiolo, Cedrasco);
- la SP19 “di Piateda”, che si dirama dalla SS38 immediatamente ad Est della città raggiungendo il centro omonimo;
- la SP21 “dei Castelli”, che congiunge la città a Montagna in Valtellina, Poggiridenti e Tresivio, lungo un tracciato elevato sul balcone orografico del versante retico.

FLUSSI IN EMISSIONE

Gli inquinanti oggetto di studio sono i contaminanti tipicamente caratterizzanti il traffico veicolare: il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NO_x) espressi come NO₂, il particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}) ed il benzene (C₆H₆). I fattori di emissione rappresentano la quantità di inquinante emessa da un singolo veicolo per ogni chilometro percorso. I fattori di emissione riportati e utilizzati nella simulazione modellistica sono stati ricavati dalla “Banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia” di ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e fanno riferimento al 2020, ultimo anno di aggiornamento. Dal momento che i flussi veicolari utilizzati come input nel modello sono già espressi in termini di veicoli equivalenti, è stato utilizzato il fattore di emissione relativo alle sole automobili. In Tabella 6 sono riportati i fattori di emissione per gli inquinanti considerati. Il fattore di emissione di NO₂ è stato considerato cautelativamente pari a quello degli ossidi di azoto (NO_x).

INQUINANTE	FATTORE DI EMISSIONE [g/km · v _{eq}]
Benzene	0,0022
Monossido di carbonio (CO)	0,53
Biossido di azoto (NO ₂)	0,331
Particolato (PM ₁₀)	0,029399
Particolato (PM _{2,5})	0,019697

Tabella 6 – Fattori di emissione

Allo scopo di valutare il regime emissivo reale, è stato necessario considerare una distribuzione del traffico non uniforme nell’arco della giornata. L’ipotesi di calcolo è che il flusso maggiore si verifichi, oltre che nell’ora di punta (07:30 – 08:30), in corrispondenza della fascia oraria compresa tra le 17:00 e le 18:00.

IMPATTO DELLE EMISSIONI GENERATE

Nel caso oggetto di studio il modello ha fornito come output i dati di concentrazione oraria media e massima in ogni singolo recettore. I risultati sono stati successivamente processati con il programma

di elaborazione dati RunAnalyzer, al fine di ottenere valori di concentrazione per diversi tempi di campionamento (1 ora, 8 ore, 24 ore e/o un anno in relazione alla tipologia di inquinante).

Per la distribuzione spaziale delle concentrazioni sull'intera maglia di calcolo si rimanda agli elaborati grafici allegati alla presente.

Dall'analisi emerge come, per tutti gli inquinanti e per tutti i tempi di riferimento considerati, vengano ampiamente rispettati i valori limite previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Relativamente allo studio della qualità dell'aria relativa stato attuale si rimanda alla specifica relazione allegata al presente studio (T00IA41AMBRE01A_Relazione aria)

1.2.3 ANALISI DELLA VULNERABILITÀ CLIMATICA E STUDIO SULLE MISURE DI ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

1.2.3.1 Premessa

I successivi paragrafi contribuiranno a individuare i rischi climatici significativi che i cambiamenti climatici attesi potrebbero potenzialmente arrecare alla strada in esame e quindi a individuare valutare ed eventualmente attuare misure mirate di mitigazione, contribuendo in tal modo a ridurre il rischio residuo a un livello accettabile.

Le infrastrutture previste dal progetto sono infatti caratterizzate da una lunga durata e possono essere esposte per molti anni a un clima in evoluzione, con eventi meteorologici e impatti climatici sempre più avversi e frequenti.

Lo schema concettuale del flusso e della interdipendenza delle variabili in gioco è riportato nel diagramma seguente¹.

1 Da: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

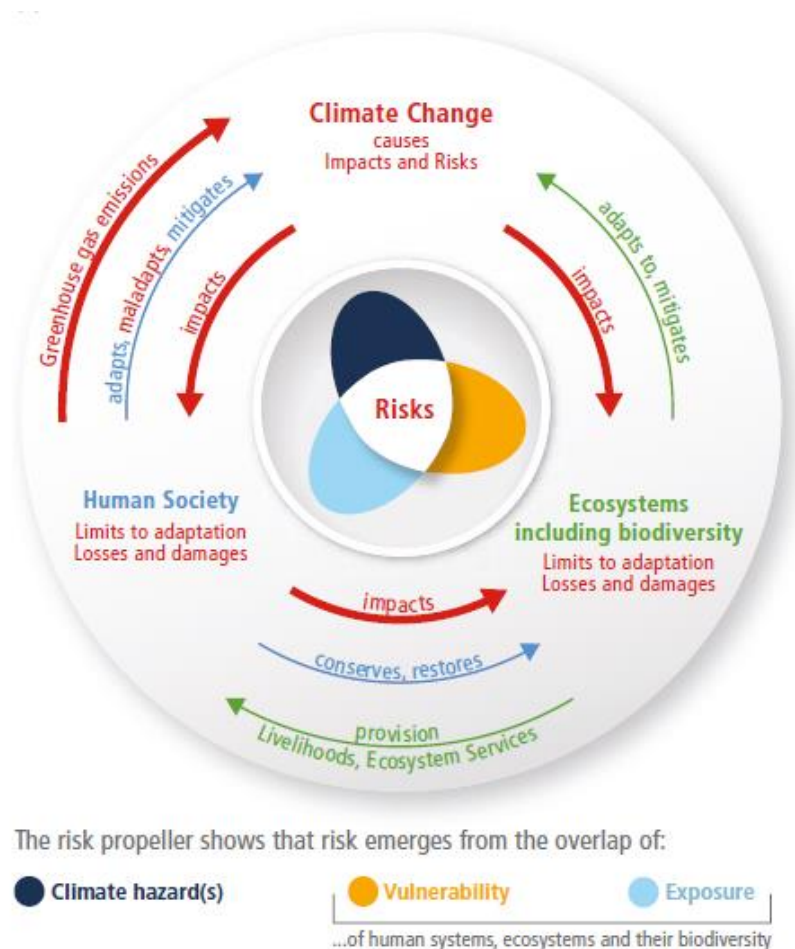


Figura 15 Schema concettuale del processo per la resilienza climatica e l'adattamento ai cambiamenti climatici

1.2.3.2 Processo metodologico di valutazione della vulnerabilità e dei rischi climatici

Negli ultimi decenni, gli approcci all'analisi e alla valutazione della vulnerabilità si sono evoluti. Una prima enfasi sulla valutazione top-down e biofisica della vulnerabilità includeva e spesso iniziava con l'esposizione ai rischi climatici nella valutazione della vulnerabilità. Da questo punto di partenza, l'attenzione al bottom-up, ai determinanti sociali e contestuali della vulnerabilità, che spesso differiscono tra loro, anche se questo approccio è sia applicato che integrato in modo incompleto nei vari contesti.

L'evoluzione metodologica ha portato, negli anni più recenti, ad intendere la vulnerabilità secondo la terminologia utilizzata nell'ambito della gestione del rischio così come proposto dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) nel 6° Rapporto AR6 - IPCC 2022, **la vulnerabilità costituisce insieme all'esposizione (exposure) ed alla sorgente di pericolo (hazard), uno degli elementi costitutivi del "rischio"**, dove:

- **sorgente di pericolo (hazard):** il potenziale verificarsi di un evento fisico naturale o di origine antropica o di un trend o di un impatto fisico che potrebbe causare perdita di vite umane, feriti, o altri impatti sulla salute, così come danni o perdite di proprietà, infrastrutture, mezzi di sussistenza,

fornitura di servizi, ecosistemi, e risorse ambientali. Nel contesto climatico, questo termine si riferisce ad eventi fisici associati al clima o a trend o ai loro impatti fisici.

- **rischio**: il potenziale associato alle conseguenze, dove qualcosa è in gioco ed il risultato è incerto, riconoscendo la diversità dei valori. Il rischio è frequentemente rappresentato come la probabilità di accadimento di un evento o trend pericoloso moltiplicato per gli impatti in caso tali eventi o trend accadano. Il rischio risulta dall'interazione tra la vulnerabilità, l'esposizione e la sorgente di pericolo.

La **vulnerabilità** è una componente del rischio, ma anche un importante punto di riferimento ed è definita come la **propensione o la predisposizione o predisposizione a subire effetti negativi**. La vulnerabilità comprende una serie di concetti ed elementi diversi, tra cui la sensibilità o la suscettibilità a un danno e la mancanza di capacità di adattarsi.



Figura 16 Concetti chiave proposti dal Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC AR6, 2022)

Nell'attuale valutazione del sesto rapporto di *valutazione* (AR6, 2022) il ruolo delle risposte nel modulare i determinanti del rischio è una nuova enfasi (le "ali" delle "eliche" del pericolo, della vulnerabilità e dell'esposizione rappresentano i modi in cui le risposte modulano ciascuno di questi determinanti del rischio).

La vulnerabilità viene definita dal IPCC (2022) "la propensione o la predisposizione ad essere negativamente colpiti. La Vulnerabilità comprende una varietà di concetti ed elementi inclusa la Sensitività o la suscettibilità al danno e la mancanza di capacità di far fronte ed adattarsi".

I fattori fondamentali da considerare qualora si voglia realizzare una valutazione della vulnerabilità sono i seguenti:

- **chi/cosa è vulnerabile**: un ecosistema, una specie, una porzione di popolazione, un settore economico, un manufatto, etc;
- **le cause potenziali del danno**: si tratta generalmente di cause esterne ad un sistema come, ad esempio, una tempesta, un evento di precipitazione intensa, un'ondata di calore che, a seconda dell'intensità e durata, potrebbero essere responsabili di rilevanti conseguenze, come la perdita di vite umane, un danno ambientale, la perdita di biodiversità, un danno economico, etc.

- **riferimento temporale:** la vulnerabilità non è un concetto statico ma può cambiare nel tempo, pertanto una corretta valutazione della vulnerabilità deve stabilire a quale orizzonte temporale essa si riferisce (presente o futuro).

1.2.3.3 Analisi della condizione climatica attuale e futura

1.2.3.3.1 Selezione dei dati climatici di riferimento e scelta della modellistica climatica

Le proiezioni dei modelli forniscono indicazioni riguardo alle possibili variazioni climatiche per i prossimi decenni, in relazione a diverse ipotesi di sviluppo socioeconomico globale che tengono conto di una serie di variabili, tra cui il cambiamento socioeconomico, il cambiamento tecnologico, l'energia e l'uso del suolo, le emissioni di gas serra e di inquinanti atmosferici. Recentemente sono stati ridefiniti gli scenari futuri a scala globale (Representative Concentration Pathways - RCP), allo scopo di fornire informazioni sulla probabile evoluzione delle diverse componenti della forzante radiativa (emissioni di gas serra, inquinanti e uso del suolo), da utilizzare come input per i modelli climatici.

1.2.3.3.2 Percorsi rappresentativi di concentrazione (RCP)

I Percorsi Rappresentativi di Concentrazione (Representative Concentration Pathways, RCP) sono scenari climatici espressi in termini di concentrazioni di gas serra piuttosto che in termini di livelli di emissioni. Il numero associato a ciascun RCP si riferisce al Forzante Radiativo (Radiative Forcing - RF) espresso in unità di Watt per metro quadrato (W/ m²) ed indica l'entità dei cambiamenti climatici antropogenici entro il 2100 rispetto al periodo preindustriale: ad esempio, ciascun RCP mostra una diversa quantità di calore addizionale immagazzinato nel sistema Terra quale risultato delle emissioni di gas serra.

In particolare, gli scenari IPCC principalmente adottati per effettuare le simulazioni climatiche ad alta risoluzione, sono i seguenti:

- **RCP8.5** (comunemente associato all'espressione "Business-as-usual", o "Nessuna mitigazione") - crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Tale scenario assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO₂ triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm). **Questo scenario verrà utilizzato nelle simulazioni del presente studio.**
- **RCP2.6** ("Mitigazione aggressiva") - emissioni dimezzate entro il 2050. Questo scenario assume strategie di mitigazione 'aggressive' per cui le emissioni di gas serra si avvicinano allo zero più o meno in 60 anni a partire da oggi. Secondo questo scenario è improbabile che si superino i 2°C di aumento della temperatura media globale rispetto ai livelli preindustriali.

1.2.3.3.3 Modelli climatici utilizzati

Per la caratterizzazione dei diversi parametri climatici e l'elaborazione delle loro proiezioni si sono utilizzati le seguenti fonti online:

- L'**Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** è l'organismo delle Nazioni Unite per la valutazione della scienza relativa ai cambiamenti climatici.
- Il **CLIMED** (CLimate analysis over MEDiterranean Region with focus over Italy) a cura della società RSE S.p.A. - Ricerca sul Sistema Energetico

- **SCIA:** sistema nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati climatici, realizzato dall'ISPRA (già ANPA e poi APAT)

I modelli matematici utilizzati dai precedenti strumenti per le proiezioni climatiche sono i seguenti:

COSMO-CLM (Bucchignani et al., 2016; Zollo et al., 2016) è un Modello Climatico Regionale (RCM) realizzato nell'ambito del consorzio europeo CLM Assembly. Le analisi di questo Report utilizzano una particolare configurazione specifica per l'Italia che è stata sviluppata appositamente dal CMCC. Questo modello copre il territorio italiano con una risoluzione spaziale di circa 8 km. In questo caso, le simulazioni climatiche sono disponibili dal 1971 al 2100 per due scenari IPCC (RCP4.5 e RCP8.5). In Italia, un gran numero di istituzioni pubbliche e private ha adottato questo modello nell'ambito di specifici studi volti alla valutazione del rischio climatico e alla definizione di strategie e azioni di adattamento, su scala sia regionale sia locale.

Modelli EURO-CORDEX (Jacob et al., 2014). Questi modelli, sviluppati nell'ambito del programma EUROCORDEX, coprono tutto il territorio europeo. La massima risoluzione disponibile di questi modelli, in Europa, è di circa 12 km. In questo caso, le simulazioni climatiche sono disponibili dal 1971 al 2100 per tre scenari IPCC (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5).

EURO-CORDEX è il ramo europeo dell'iniziativa internazionale CORDEX, un programma mondiale sponsorizzato dal World Climate Research Program (WCRP). Il programma CORDEX mira a realizzare un quadro coordinato a livello internazionale al fine di produrre proiezioni regionali ad alta risoluzione sui cambiamenti climatici per tutte le regioni del mondo. Ulteriori informazioni specifiche sui dati di EUROCORDEX sono fornite in Hennemuth et al. (2017). Nello specifico, i dati climatici utilizzati in questo studio si basano sull'insieme dei risultati di 18 modelli per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 e 11 modelli per lo scenario RCP2.6.

Per quanto riguarda l'uso dei modelli EURO-CORDEX, è importante sottolineare che la scelta di utilizzare un insieme di modelli climatici regionali offre l'opportunità di valutarne il valore medio (denominato spesso ensemble mean), che rappresenta il risultato più affidabile, ma anche la distribuzione dei singoli modelli intorno a questo valore medio.

Conoscere questa distribuzione dei modelli attorno al valore medio è molto importante per una valutazione dell'incertezza associata alla media dell'insieme. Al fine di calcolare le anomalie climatiche, vengono confrontati due set di dati simulati: il primo set è riferito alle proiezioni climatiche attese per i periodi futuri, il secondo set include gli andamenti climatici storici, ottenuti eseguendo la stessa simulazione per il periodo scelto di riferimento. Come raccomandato dall'IPCC, i periodi di analisi hanno una lunghezza di almeno 30 anni (IPCC, 2022).

1.2.3.3.4 Caratterizzazione climatica attuale

Abitualmente le sorgenti di pericolo climatico vengono individuate da una analisi climatologica che includa il territorio oggetto di studio. Il primo passo per individuare queste sorgenti di pericolo è quindi una revisione della conoscenza disponibile.

Per ottenere tali analisi climatologiche è necessario riferirsi a documenti quadro, studi ed analisi preesistenti e prodotti da una fonte affidabile e scientificamente solida. In Italia al momento sono disponibili sia la Strategia Nazionale per l'Adattamento ai Cambiamenti Climatici, sia soprattutto il **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici**, che contiene la più aggiornata analisi climatica per il territorio

nazionale, prodotto a partire dall’elaborazione di dati climatici alla più alta risoluzione ad oggi disponibile, in particolare per le aree con stessa anomalia climatica negli scenari previsionali futuri, costruite in base agli scenari climatici RCP 4.5 e 8.5, calcolati per i periodi 2021-2050 e 2071-2100, con risoluzione di 8 km.

Il metodo proposto si è sviluppato attraverso i seguenti passaggi metodologici:

- individuazione di sei “**macroregioni climatiche omogenee**” per cui i dati osservati utilizzati riportano condizioni climatiche simili negli ultimi trent’anni (1981-2010) (zonazione climatica) attraverso la metodologia della cluster analysis applicata ad un set di indicatori climatici (individuato seguendo Schmidt-Thome and Greiving 2013) utilizzando il dataset E-OBS (Haylock et al. 2008);
- **analisi delle anomalie climatiche attese per il XXI secolo** in termini di proiezioni di temperature e precipitazioni medie stagionali, considerando due trentenni (2021-2050 e 2071-2100) e due diversi scenari climatici RCP (Representative Concentration Pathway 4.5 e 8.5, IPCC 2013a) a partire dai dati simulati dal modello climatico regionale COSMO-CLM;
- **zonazione delle anomalie climatiche** sulla base delle variazioni climatiche attese per il periodo 2021-2050 (RCP 4.5 e RCP 8.5) per gli indicatori selezionati;
- **individuazione di “aree climatiche omogenee”**, attraverso la sovrapposizione delle macroregioni climatiche omogenee e della zonazione delle anomalie, per definire aree caratterizzate dalle medesime anomalie climatiche (es. in diversi scenari di cambiamento climatico, mutamenti nelle medie stagionali di temperatura, variazioni quantitative nel regime delle precipitazioni, etc.) e con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

Il set di indicatori climatici su cui si basano le analisi è stato individuato nell’ESPON CLIMATE project (Schmidt-Thome and Greiving, 2013) e include indicatori che rappresentano (in qualità di proxy) i principali impatti meteo-indotti, a scala europea, su ambiente naturale, costruito, patrimonio culturale, sfera sociale ed economica (Cfr. Figura 17).

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Temperatura media annuale	Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
Giorni di precipitazione intense	R20	Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
Frost days	FD	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C	(giorni/anno)
Summer days	SU95p	Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate tramite E-OBS)	(giorni/anno)
Cumulata delle precipitazioni invernali	WP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio)	(mm)
Cumulata delle precipitazioni estive	SP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto)	(mm)
Copertura nevosa	SC	Media annuale del numero di giorni per cui l’ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm	(giorni/anno)
Evaporazione	Evap	Evaporazione cumulata annuale	(mm/anno)
Consecutive dry days	CDD	Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno	(giorni/anno)
95° percentile della precipitazione	R95p	95° percentile della precipitazione	(mm)

Figura 17 - Elenco degli indicatori climatici disponibili per la caratterizzazione climatica attuale

Riferendosi in prima approssimazione alla **macroregione climatica 2 – Pianura padana, alto versante adriatico, aree costiere centro meridionali**. L'analisi dei parametri soprariportati per la macroregione di appartenenza dell'area di progetto permette di verificare le caratteristiche climatiche di base e quali indicatori di anomalia climatica vi siano associati.

MACROREGIONE 4 AREA ALPINA

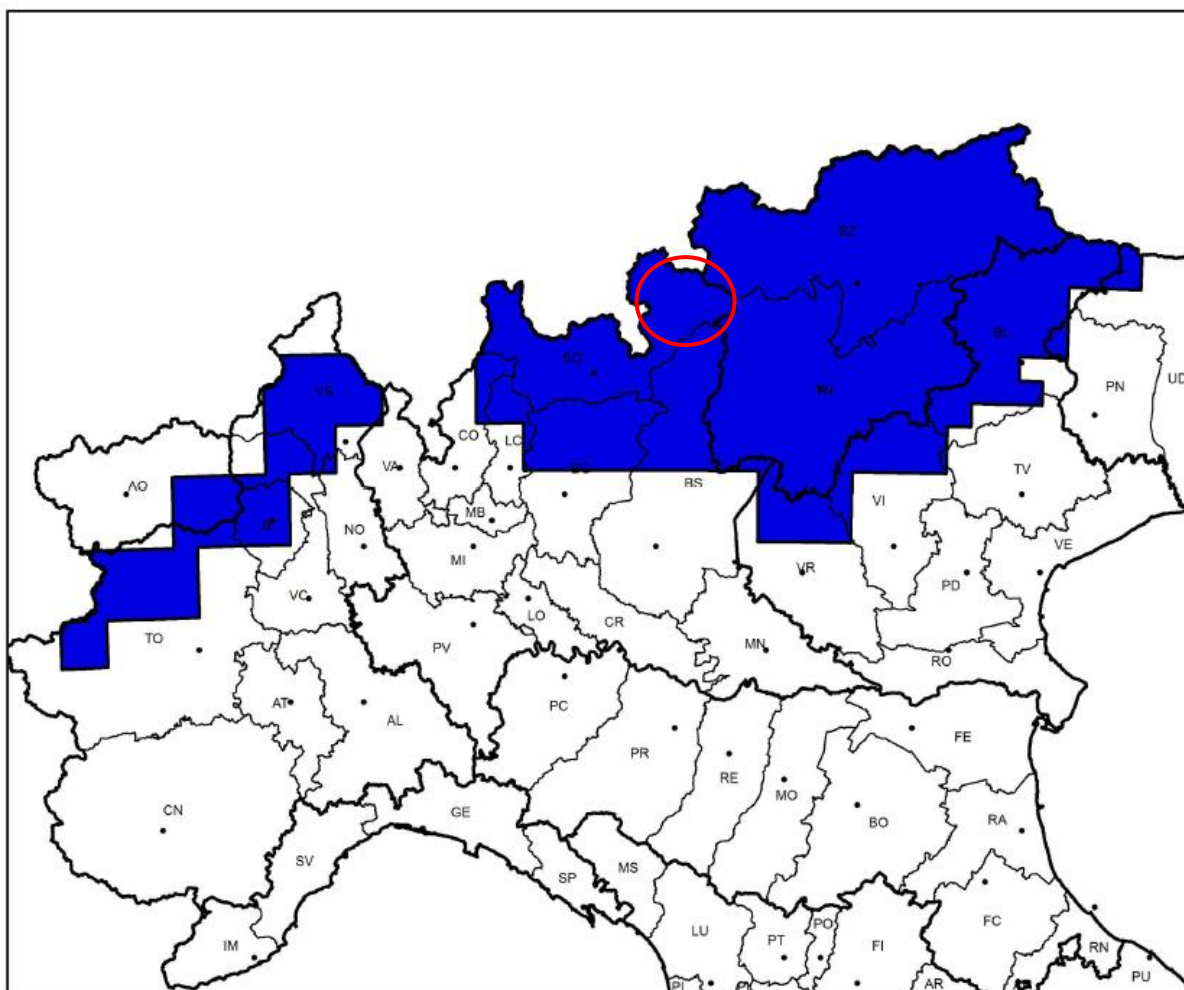










Figura 18 - Macroregione climatica 4 – Area alpina (cerchiata in rosso l'area di progetto)

La tabella sottostante, tratta dal Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, riporta la caratterizzazione delle principali caratteristiche climatiche di riferimento per la Macroregione climatica 4 – Area alpina (periodo di riferimento 1981-2010).

Macroregione 4 - Area Alpina e relative aree climatiche omogenee:

RCP 4.5: area secca - calda invernale (4E)

RCP 8.5: area piovosa invernale - secca estiva (4A)

Indicatori climatici	Rappresenta fondamentalmente l'area alpina. L'area si caratterizza per il valore minimo di temperatura media (5.7°C) e il massimo numero di <i>frost days</i> . Le precipitazioni invernali sono le meno abbondanti (143 mm), rispetto alla macroregione climatica più piovosa (macroregione 5), mentre le precipitazioni estive sono le più significative (286 mm).							
	 Temperatura media annua Tmean (°C) 5.7(±0.6)	 Precipitazioni intense R20 (n. giorni/anno con precipitazioni >20mm) 10(±3)	 Giorni con gelo FD (n. giorni/anno con Tmean <0°C) 152(±12)	 Giorni estivi SU95p (n. giorni/anno con Tmax > 29.2 °C) 1(±1)	 Cumulate delle precipitazioni invernali WP (mm) 143(±47)	 Cumulate delle precipitazioni estive SP (mm) 286(±56)	 95° percentile della precipitazione R95p (mm) 25	 Numero massimo di giorni asciutti consecutivi CDD (giorni/anno) 32(±8)

In questa macroregione si riscontra il minimo valore di temperatura media (5.7°C) e il massimo numero di *frost days*; le precipitazioni invernali sono meno abbondanti (143 mm), rispetto alla macroregione climatica 5, che è la più piovosa, ma in assoluto si registra un valore medio-alto, mentre le precipitazioni estive sono le più significative (286 mm) rispetto a tutte le altre macroregioni. La macroregione 4 si estende sull'arco alpino, comprendendo il 19% della superficie della Valle d'Aosta, il 18% del Piemonte, il 29% della Lombardia, la totalità del Trentino-Alto Adige, il 27% del Veneto e infine il 4% del Friuli-Venezia Giulia;

1.2.3.4 Caratterizzazione climatica futura

Al fine di individuare aree climatiche omogenee nazionali per anomalie, i valori degli indicatori sono stati raggruppati in categorie omogenee denominate “cluster di anomalie” classificati da “A” ad “E”.

Lo scenario RCP 8.5 viene rappresentato con le seguenti caratteristiche:

- **Cluster A (piovoso invernale-secco estivo).** Il cluster A, cluster a cui appartiene l'area di progetto, è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari al 13%) e da una riduzione di quelle estive (valore medio della riduzione pari all' 11%). Inoltre si osserva una riduzione significativa sia dei *frost days* (di 23 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 20 giorni/anno).

Gli altri cluster sono:

- **Cluster B (caldo invernale).** Il cluster B è interessato da una riduzione significativa sia dei *frost days* (di 28 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 18 giorni/anno). Inoltre si osserva una riduzione moderata delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 7%).
- **Cluster C (piovoso-caldo estivo):** il cluster C è interessato da un aumento sia delle precipitazioni invernali che di quelle estive e da un aumento significativo dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 13%). Infine, si osserva un aumento rilevante dei *summer days* (di 12 giorni/anno).
- **Cluster D (secco invernale-caldo estivo).** Per il cluster D si osserva una complessiva riduzione di precipitazioni invernali e un aumento rilevante di quelle estive (si tenga conto che si tratta di valori percentuali calcolati rispetto a valori assoluti di precipitazione estiva caratteristici bassi). Inoltre si ha un aumento notevole dei *summer days* (di 14 giorni/anno) ed una riduzione complessiva dell'evaporazione (valore medio della riduzione pari all'8%).

- **Cluster E (caldo-piovoso invernale-secco estivo).** Il cluster risulta caratterizzato da un aumento significativo sia dei *summer days* (di 14 giorni/anno) che dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 9%). Inoltre si osserva una rilevante riduzione delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 14%) ed un aumento significativo delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari al 16%). Il cluster E presenta anche una notevole riduzione dei frost days (di 27 giorni/anno).

Tabella 7 Valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP8.5 2021-2050 vs 1981-2010).

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.5	1	-23	1	13	-11	-20	2	5
B	1.6	0	-28	8	2	-7	-18	1	6
C	1.5	1	-14	12	7	3	-1	2	13
D	1.5	0	-10	14	-4	14	-1	-8	6
E	1.5	1	-27	14	16	-14	-9	2	9

Dall'intersezione delle 6 macroregioni climatiche omogenee identificate con l'analisi del clima attuale (Cfr. Figura 19) e i 5 cluster di anomalie (Cfr. Figura 20) scaturiscono **13 principali "aree climatiche omogenee"** per i due scenari (RCP4.5 e RCP8.5), ossia le **aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.**

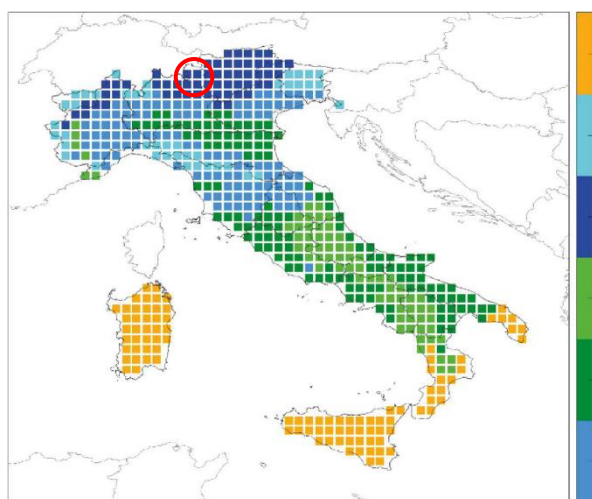


Figura 19 – Macroregioni climatiche

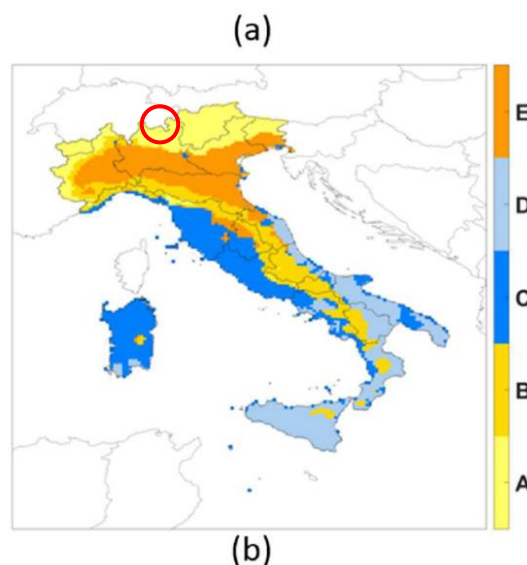


Figura 20 - Cluster anomalie (scenario RCP8.5)

Le anomalie principali dell'area climatica omogenea 4° riguardano: la riduzione delle precipitazioni estive e un aumento di quelle invernali ed una riduzione generale sia dei frost days che della copertura nevosa, come per lo scenario RCP4.5.

1.2.3.5 Identificazione degli stressors climatici influenti sull'area di progetto

In questa fase si procede ad identificare quali fattori climatici estremi possano avere un'influenza sull'area e, in termini di cambiamento climatico, come cambieranno quei fattori climatici nel futuro. Saranno questi fattori di natura climatica infatti, singoli o combinati, a produrre potenziali impatti sul territorio e di conseguenza sull'opera in oggetto.

Il regolamento delegato (UE) 2021/2139 della commissione del 4 giugno 2021 che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio riporta un **elenco indicativo dei pericoli più diffusi di cui si deve tenere conto, come minimo, nella valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità.**

II. Classificazione dei pericoli legati al clima ⁽⁶⁾

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

È indispensabile inoltre fare riferimento agli **episodi pregressi riguardanti eventi particolarmente estremi.**

Il rapporto dell'ISPRA, nel quale vengono reperite informazioni bibliografiche e cronachistiche tra il 2000 ed il 2018 per la catalogazione degli eventi alluvionali e di allagamento, con particolare riguardo ai loro caratteri pluviometrici e agli effetti al suolo, da cui viene elaborata una mappa che fornisce la localizzazione delle città che hanno manifestato maggiori criticità nell'arco temporale analizzato, non mostra per l'area di progetto eventi significativi.



Figura 21 - Mappa tematica - Città in cui sono avvenuti eventi alluvionali nel periodo 2000-2018, rappresentate attraverso 3 differenti simbologie: capoluoghi meno colpiti (1 evento), capoluoghi colpiti da un numero significativo di eventi (2-4), capoluoghi colpiti da molti eventi alluvionali (5- 10). (ISPRA). Cerchiata in rosso l'area di intervento.

Alla luce di quanto precedentemente detto e considerando le caratteristiche climatiche pregresse, di giacitura, geotecniche, la collocazione territoriale, le tipologie dei lavori, i materiali ed i macchinari utilizzati per la realizzazione del progetto in esame, sono stati evidenziati, in prima analisi, i **potenziali fattori di pericolo di ordine climatico che possono influenzare i manufatti progettati** e cioè:

- **Diminuzione dei frost days che della copertura nevosa;**
- **Aumento delle piogge intense invernali.**

1.2.3.6 Proiezioni climatiche per l'area di progetto

1.2.3.6.1 Analisi a scala vasta

Come già descritto il piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (PNACC, 2022) fornisce simulazioni a piccola scala basandosi su una griglia e considerando i due scenari standard RPC 4.5 e RPC 8.5.

Il seguente cartogramma riporta le già ricordate proiezioni climatiche per l'area climatica omogenea interessata dal progetto con lo scenario RPC 8.5.

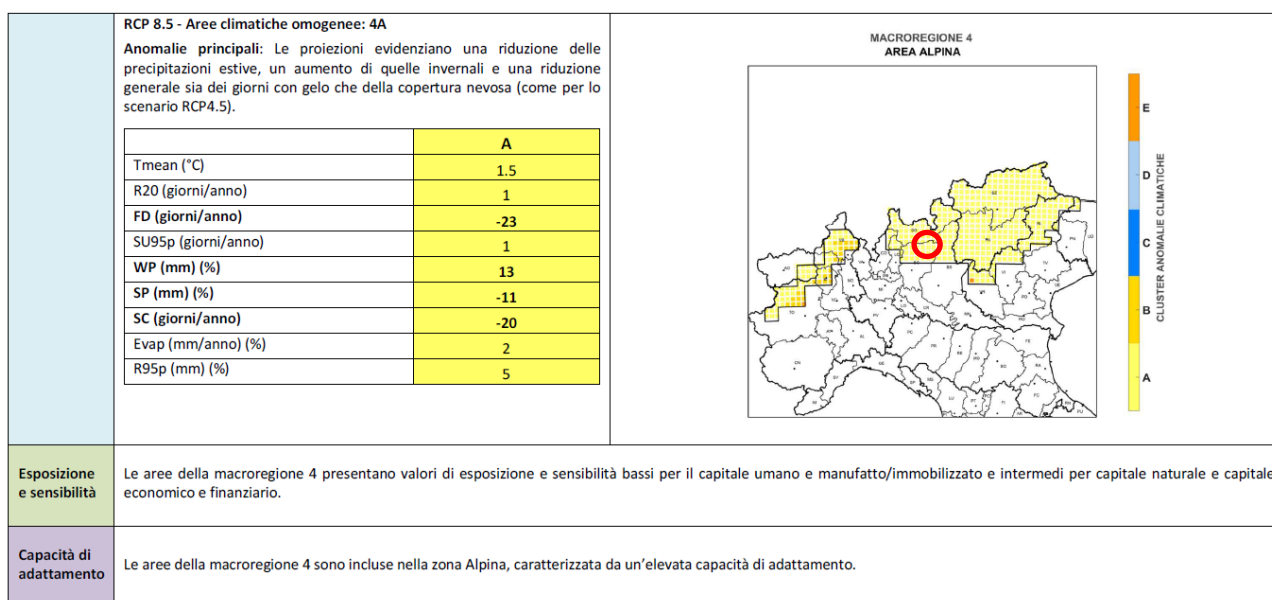


Figura 22 - Macroregione 4: Area alpina nello scenario RCP 8.5. Cerchiata in rosso l'area di intervento.

Le aree della macroregione 4 presentano valori di propensione al rischio per il periodo 2021-2050 medi e medio-bassi presentando impatti potenziali medio-bassi e capacità di adattamento tendenzialmente medio-alta.

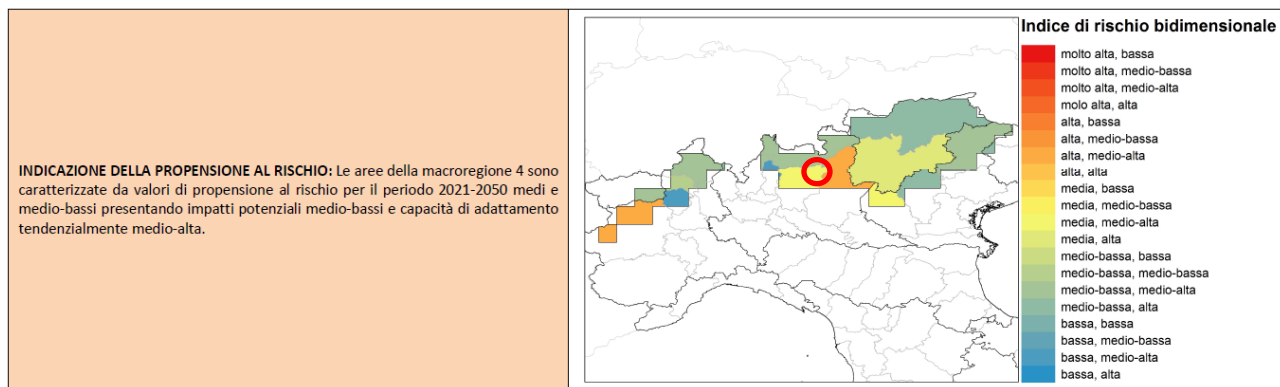


Figura 23 - Indice di rischio per la macroregione 2: Prealpi e Appennino Settentrionale. Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale. Cerchiata in blu l'area di intervento.

Di seguito si riporta per settore di rischio la tabella con il dettaglio delle minacce, le eventuali opportunità e l'impatto potenziale atteso tra medio alto e alto (solo rischi coerenti con l'ambito di progetto e gli stressor climatici principali).

SETTORE	MINACCE	OPPORTUNITÀ	LIVELLO DI IMPATTO POTENZIALE
Risorse idriche	La variazione attesa nella disponibilità e qualità della risorsa idrica è strettamente collegata alla proiezione del regime delle precipitazioni che per questa macroregione 4 indica una riduzione della precipitazione nella stagione invernale, che risulta più marcata nel periodo estivo (considerando l'RCP 4.5). Si rimanda al capitolo settoriale per la discussione degli impatti attesi per i singoli distretti interessati ovvero distretto Padano e distretto Alpi Orientali.		MEDIO-ALTO
Dissesto geologico, idrologico e idraulico	Variazione in stagionalità e magnitudo dei fenomeni associati alle dinamiche nivali; le variazioni attese nell'area potranno influire in maniera rilevante anche sui fenomeni attesi nelle macro aree contigue; variazione attesa nei fenomeni di instabilità dei complessi rocciosi. Le variazioni attese potranno altresì interessare le attuali aree di permafrost e avere effetti su colate detritiche e frane superficiali di scivolamento.		ALTO
Salute	Aumento del rischio di danni diretti da valanghe. Aumento del rischio di malattie infettive da insetti vettori per condizioni climatiche favorevoli l'aumento in distribuzione e densità.		MEDIO
Insedimenti urbani	Riduzione della copertura nevosa. Ondate di calore a quote basse. Accentuato rischio da eventi di dissesto idrogeologico.	Insedimenti urbani ad altitudini più elevate potrebbero presentare condizioni di temperatura più confortevoli rispetto a zone di pianura molto calde. In linea teorica questo potrebbe comportare per le aree urbane già a vocazione turistica, un possibile aumento di presenze nelle stagioni più calde, tuttavia limitato e comunque di difficile quantificazione Riduzione di mortalità e morbilità da cold stress e patologie collegate in seguito all'aumento delle temperature.	MEDIO
Trasporti	Cedimenti delle infrastrutture dovuti allo scongelamento del permafrost o a modifiche nella stabilità dei versanti.	Effetti positivi sulla manutenzione di strade e ferrovie Incremento dei periodi utili di costruzione dovuti all'aumento delle temperature nei mesi invernali.	MEDIO

1.2.3.6.2 Analisi a scala locale

L'analisi a scala locale delle proiezioni sul cambiamento climatico permette di confermare quanto verificato nella precedente analisi a scala vasta e di affinare ulteriormente gli specifici scenari.

Le proiezioni dei modelli forniscono indicazioni riguardo alle possibili variazioni climatiche per i prossimi decenni, in relazione a diverse ipotesi di sviluppo socioeconomico globale che tengono conto di una serie di variabili, tra cui il cambiamento socioeconomico, il cambiamento tecnologico, l'energia e l'uso del suolo, le emissioni di gas serra e di inquinanti atmosferici.

La fonte più importante e aggiornata di proiezioni modellistiche sull'area del Mediterraneo e quindi sull'Italia è costituita da **Med-CORDEX50**, un'iniziativa proposta dalla comunità scientifica che studia il clima del Mediterraneo, che costituisce una parte del più ampio esperimento CORDEX52 (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment). Le proiezioni fornite da Med-CORDEX si basano sui nuovi scenari di emissione RCP4.5 e RCP8.5 e utilizzano modelli RCM ad alta risoluzione. Le simulazioni con risoluzione 50x50km sono fornite da diversi modelli fino al 2100.

Tabella 3 - Modelli RCM selezionati dal programma Med-CORDEX, per l'analisi del clima futuro in Italia⁵⁵

Acronimo	Istituto	RCM	GCM
ALADIN	Centre National de Recherches Météorologiques	CNRM-ALADIN5.2	CNRM-CM5
GUF	Goethe University Frankfurt	GUF-CCLM4-8-18	MPI-ESM-LR
CMCC	Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici	CMCC-CCLM4-8-19	CMCC-CM
LMD	Laboratoire de Météorologie Dynamique	LMD-LMDZ4-NEMOMED8	IPSL-CM5A-MR

Per i nostri scopi è stato scelto di applicare per affinità climatiche il modello CMCC CMCC-CCLM-4-8-19 del Centro Euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici, che rappresenta il punto di riferimento delle indagini sui cambiamenti climatico per l'area del mediterraneo².

1.2.3.6.3 Trends climatici attesi

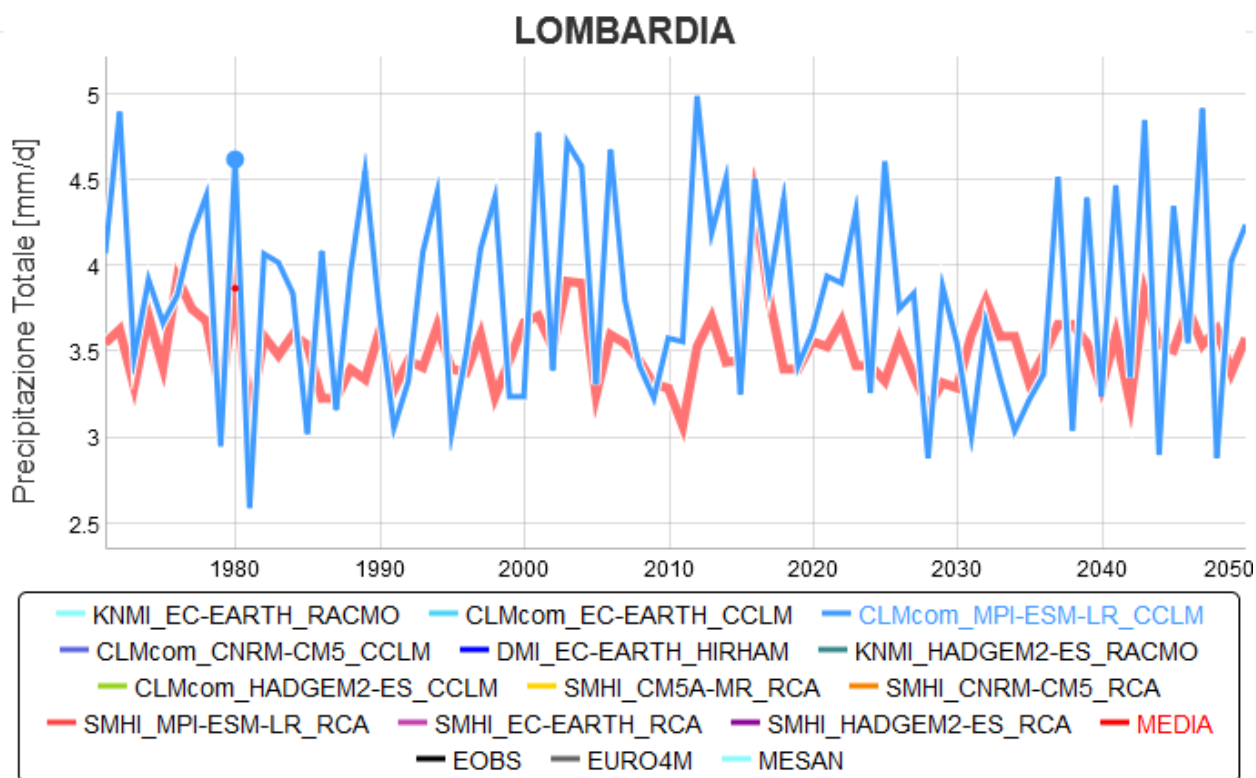
Di seguito si esaminano in modo più approfondito gli stressors climatici risultati maggiormente significativi per il contesto studiato e più precisamente:

² Il **CMCC** è stato istituito nel 2005 con il sostegno finanziario del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e del Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare con la missione di indagare e modellare il nostro sistema climatico e le sue interazioni con la società per fornire risultati scientifici affidabili, rigorosi e tempestivi, nonché previsioni e analisi quantitative del nostro futuro pianeta e società che, a loro volta, stimoleranno la crescita sostenibile, proteggeranno il ambiente e sviluppare politiche di adattamento e mitigazione basate sulla scienza in un clima che cambia.

➤ **Aumento delle piogge intense invernali**

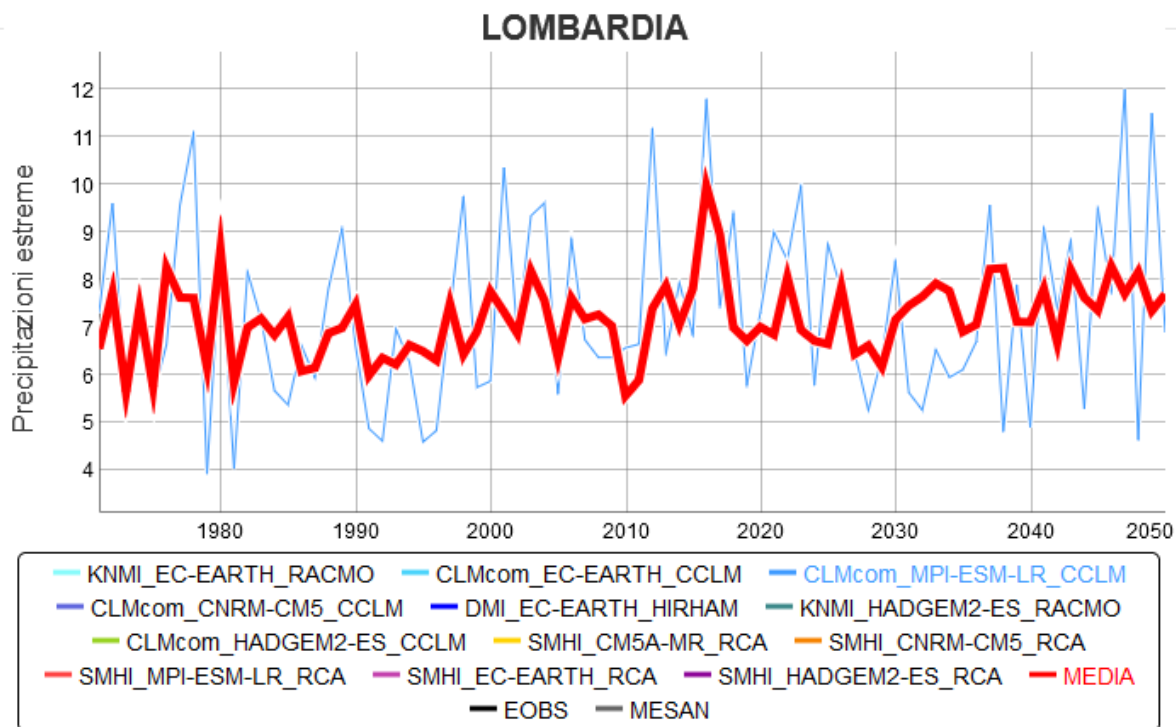
Il Progetto CLIMED (CLimate analysis over MEDiterranean Region with focus over Italy) a cura della società RSE S.p.A. - Ricerca sul Sistema Energetico permette di simulare l'andamento delle piogge intense (Precipitazioni estreme (P99RTOT) Precipitazione totale annuale con RR > 99° percentile) anche a scala stagionale. La simulazione per la cella della regione Lombardia interessata dal progetto con proiezione al 2050 simulata annualmente non riporta cambiamenti significativi delle precipitazioni totali.

RCP 8.5 - Precipitazione Totale - Scala temporale: ANNO



Per le precipitazioni estreme è atteso, con lo stesso scenario e per il 2050, un sostanziale mantenimento dei livelli medi, ma un aumento dei picchi.

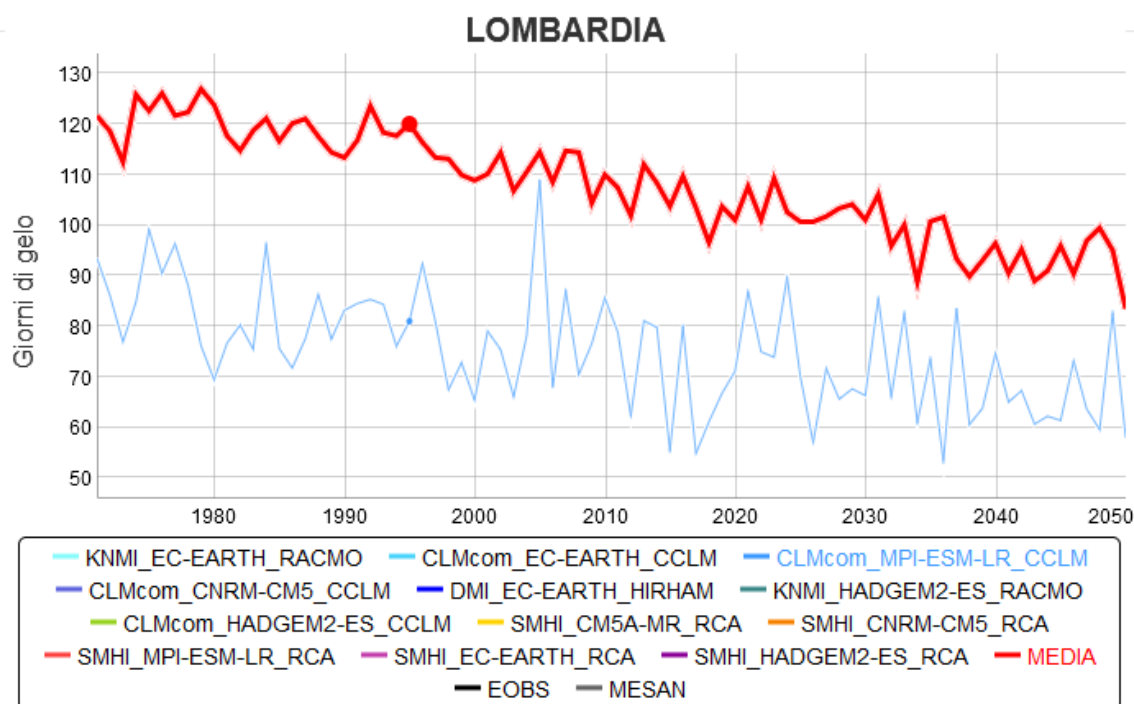
RCP 8.5 - Precipitazioni estreme - Scala temporale: ANNO



- **riduzione dei fenomeni legati alla stagione fredda (frosty days e precipitazioni nevose)**

Come mostrato dal grafico la simulazione al 2050 con scenario RCP 8.5 dei giorni di gelo mostra un netto calo sia nei valori medi che nei picchi.

RCP 8.5 - Giorni di gelo - Scala temporale: ANNO



1.2.4 AMBIENTE IDRICO

1.2.4.1 Bacino idrografico e rete idrografica

Il bacino dell'Adda è costituito da un asse principale, la Valtellina, che si estende per circa 120 km in direzione est-ovest, percorsa dal fiume Adda e da numerose altre valli laterali. Il bacino detiene una superficie totale di circa 2646 km², inclusa la valle di Poschiavo situata in territorio elvetico (260 km²).

Le valli laterali, formate dai torrenti affluenti dell'Adda, sono disposte in senso nord-sud con l'esclusione della Val Viola e della Valfurva.

Il fiume Adda, nel suo tratto sopralacuale, dalle sorgenti situate nell'alto bormiese (Laghi Alpisella, 2237 m/s.l.m.) alla foce nel lago di Como a quota 198 m s.l.m., ha una lunghezza di 125 km ed una pendenza media di 1,63 %; il suo corso iniziale è a carattere torrentizio, per assumere, a valle di Tirano, l'aspetto di tipico fiume pedemontano. Subito dopo le sorgenti l'Adda incontra due successivi sbarramenti che formano i bacini di San Giacomo e di Cancano, le cui acque sono sfruttate per la produzione di energia idroelettrica. Altre interruzioni al corso di questo fiume, sempre per uso idroelettrico, si trovano a Sernio, Chiuro e Ardenno.

La rete idrografica della Valtellina e della Valchiavenna è formata da due principali corsi d'acqua, i fiumi Adda e Mera, che si estendono rispettivamente per 95 e per 25 km in provincia di Sondrio, e dai numerosi torrenti che vi confluiscono. Complessivamente nel territorio provinciale esistono circa 220 torrenti popolati da fauna ittica, per una lunghezza totale di 1275 km.

La portata del fiume Adda si presenta in condizioni naturali, cioè non è derivata, solo in tre tratti: da Tresenda (Teglio) al Baghetto (Chiuro), da Sondrio ad Ardenno ed infine da Dubino alla foce nel Lario.

1.2.4.1.1 I Torrenti

Sono corsi d'acqua caratterizzati da pendenze medie elevate, in genere comprese tra il 5% e il 40%, accentuate variazioni di portata stagionali, correnti veloci e turbolente; le acque sono ben ossigenate e molto fredde, con temperature che in genere non superano i 10 °C anche in estate.

Gli alvei di questi corsi d'acqua, di solito piuttosto instabili, sono formati da rocce, massi e ciottoli in quanto le particelle di minori dimensioni, più leggere, vengono trascinate a valle dalla corrente impetuosa.

La lunghezza dei torrenti in provincia di Sondrio è variabile tra 5-6 km per i più brevi e scoscesi ed i circa 30 km del Mallero; anche i tratti iniziali dell'Adda e della Mera hanno caratteristiche torrentizie.

1.2.4.1.2 I Fiumi pedemontani

Sono corsi d'acqua con portate più regolari ed intense, pendenza dell'alveo che in genere non supera il 5 %, velocità della corrente moderata ma con tratti di rapide e turbolenze; le acque sono ancora ben ossigenate e mediamente fredde in quanto la loro temperatura in genere non supera, anche nei mesi estivi, i 15-16 °C.

Il fondale dei fiumi pedemontani è costituito in genere da ciottoli e ghiaia, mentre la sabbia si può trovare solo nei luoghi con corrente più lenta, dove si verifica maggiormente la sedimentazione; i materiali più fini non dovrebbero essere presenti in queste zone ma, attualmente, l'incremento della presenza di questi materiali costituisce un problema per l'Adda a valle di alcuni invasi artificiali.

Alla tipologia del fiume pedemontano corrispondono l'Adda, da Tirano al Lago di Como, e la Mera, a valle di Chiavenna, per un totale di circa 80 km di lunghezza.

Nella parte terminale del loro corso Adda e Mera tendono ad assumere le caratteristiche di fiume di pianura in quanto la velocità della corrente diviene molto lenta, determinando la sedimentazione delle particelle più leggere che conferisce agli alvei la tipica composizione limosa.

L'andamento delle portate durante dell'anno è quello tipico delle zone alpine, con un marcato periodo di magra invernale, da dicembre a marzo, quando il flusso idrico raggiunge il livello minimo. Quindi, a partire da aprile, in coincidenza con lo scioglimento delle nevi e con l'aumento primaverile delle precipitazioni si determina un incremento graduale delle portate ed i corsi d'acqua entrano nella fase di morbida. Durante l'estate, in occasione di precipitazioni molto intense o prolungate si verificano i momenti di massima portata che, se associati allo scioglimento di nevai e ghiacciai, si possono trasformare in piene rovinose. Si tratta di fenomeni periodici ben noti, come quello avvenuto nel 1987, risultato del sovrapporsi di piogge estive molto intense e di condizioni di temperatura superiori a 0° C alle quote più elevate.

La condizione di pericolo, causata da una elevata portata istantanea in un punto critico del reticolo idrico, può determinarsi:

1. all'uscita di valli laterali scoscese, con masse d'acqua e detriti molto veloci;
2. nel fondovalle dove, unendosi le acque dei bacini a monte, si verificano portate istantanee elevate (fino a 1000 m³ /s a Colico).

Il rischio che si verifichino fenomeni rovinosi permane, nonostante il progresso tecnologico, in quanto le modifiche agli alvei, apportate per recuperare aree da utilizzare a scopi abitativi e produttivi, hanno ridotto le fasce golenali indispensabili per consentire il deflusso delle piene eccezionali.

1.2.4.2 Fiume Adda

Il fiume Adda è il più lungo affluente del Po, con un percorso che si sviluppa per 313 km, interamente in Lombardia; è il quarto fiume italiano per lunghezza. Il suo bacino idrografico, con una superficie complessiva di circa 7927 km², si estende per il 94% in territorio italiano e per il 6% in territorio svizzero.

Il bacino imbrifero dell'Adda si compone dei seguenti sottobacini: Adda prelacuale, Lago di Como, Adda sublacuale, Brembo, Serio. L'Adda rappresenta il principale immissario ed emissario del lago di Como.



Figura 24. Bacino del fiume Adda (ARPA Lombardia)

L'Adda nasce alla quota di 2.237 m s.l.m. nelle Alpi Retiche, all'interno del parco nazionale dello Stelvio. L'Adda prelacuale attraversa tutta la Valtellina; nel primo tratto fino a Sondalo scorre in direzione nord-sud, quindi in direzione sud ovest fino a Tirano, assume poi direzione est-ovest percorrendo tutto il fondovalle e termina il suo tratto prelacuale nel lago di Como alla quota di 200 m s.l.m., dopo un percorso 125 km lungo il quale è alimentato da un notevole apporto da parte dei corsi d'acqua che scorrono nelle valli laterali. Il bacino imbrifero è caratterizzato da un andamento longitudinale est-ovest dovuto alla presenza di una porzione di faglia denominata "Linea Insubrica" che divide le principali strutture orografiche del territorio: le Alpi Retiche a nord e le Alpi Orobie a sud.

La catena delle Alpi Retiche è più estesa ed elevata, caratterizzata da ampie valli ramificate e coltivate, solcata da torrenti, tributari di acque di numerosi corpi idrici minori. In destra orografica recapitano nell'Adda venticinque affluenti, fra cui i principali sono i torrenti Viola Bormina, Roasco, Poschiavino, Mallero e Masino.

La catena delle Alpi Orobie, meno estesa e ripida, è solcata da una serie di valli parallele, strette e spesso profondamente incise, le cui pendici sono rivestite da fitti boschi. Dei venticinque affluenti ubicati in sinistra orografica dell'Adda i principali sono i torrenti Frodolfo, Belviso, Venina, Tartano e Bitto.

In Valtellina si contano, non meno di 250 laghi: una quarantina si trovano fra le valli Grosina, Viola e Livigno, più di cinquanta in Val Malenco e non meno di trenta sono quelli della parte lombarda dell'Ortles – Cevedale. All'incirca lo stesso numero sono i laghi sul versante Orobico e più di venti quelli in Val San Giacomo. Alcuni sono originati dalla escavazione glaciale, altri dallo sbarramento morenico o, addirittura, dallo sbarramento di sponda del ghiacciaio. Il lago di Novate Mezzola è situato sul pieno fondo della Valchiavenna, l'ultimo tratto del fiume Mera, che scorre nel Pian di Spagna, formatosi dai sedimenti deltizi dell'Adda e del Mera stesso, che lo collega al lago di Como.

L'Agenda Regionale per la Protezione dell'Ambiente Lombardia individua nel bacino dell'Adda, attraversato dal confine di tre Idroecoregioni ((02-Prealpi-Dolomiti; 03-Alpi Centro Orientali; 06 Pianura Padana), ben 261 corpi idrici di cui:

- 244 naturali in prevalenza a scorrimento superficiale (SS);
- 17 artificiali (CIA);
- nessun Corpo Idrico Fortemente Modificato (CIFM).

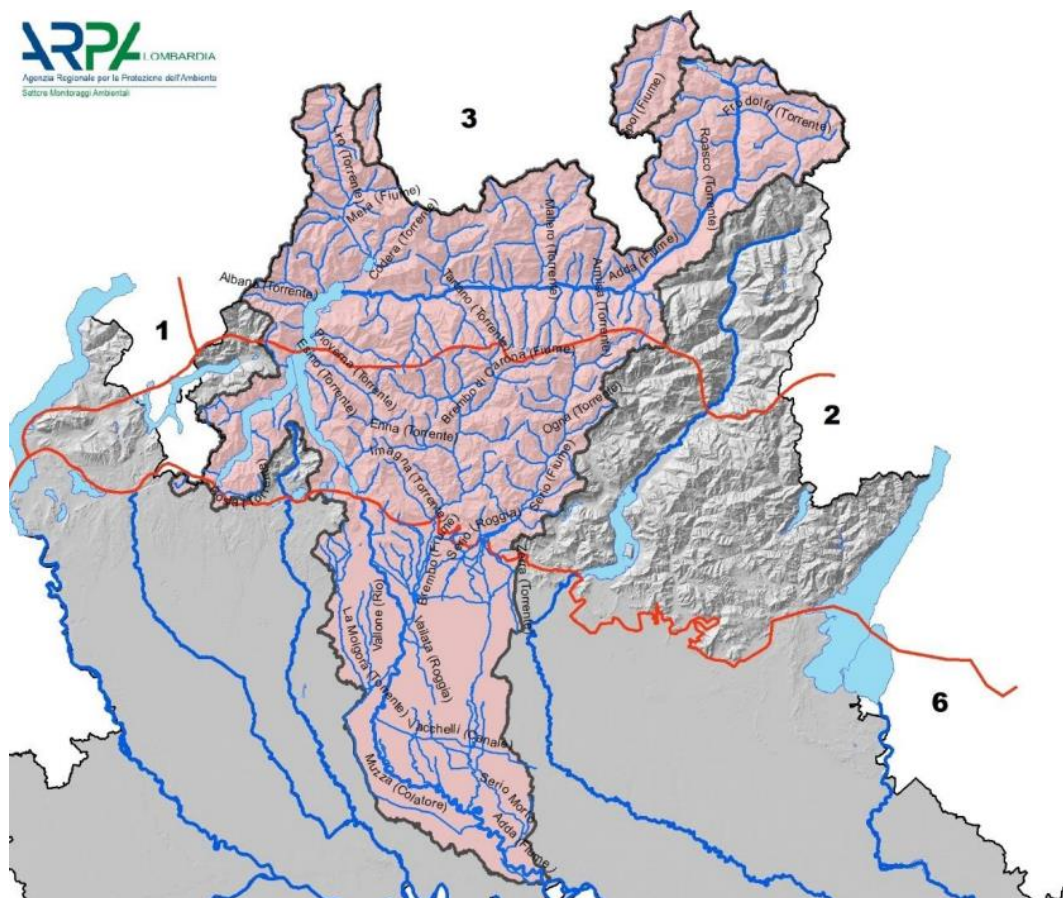


Figura 25. Corpi idrici individuati nel bacino del fiume Adda (ARPA Lombardia)

La rete di monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino del fiume Adda è costituita complessivamente da 148 punti di campionamento post i su 141 corpi idrici appartenenti a 107 corsi d'acqua di cui 13 artificiali.

Nello specifico nel bacino dell'Adda prelacuale vi sono 37 punti di campionamento posti su 36 corpi idrici, tutti in provincia di Sondrio, appartenenti a 25 corsi d'acqua di cui 2, il Federia e lo Spol, sono afferenti al bacino internazionale del fiume Inn. Diciotto corpi idrici sono sottoposti a monitoraggio operativo, 19 corpi idrici a monitoraggio di sorveglianza.

L'area oggetto della tangenziale ricade in località Montagna di Valtellina.

Tabella 8. Rete di monitoraggio dell'Adda (RIF: sito di riferimento; SB: stato buono) - ARPA Lombardia

Corso d'acqua	Codice corpo idrico	Corpo idrico	Località	Provincia	Tipo di monitoraggio	
					2009-2014	2014-2019
Adda	IT03N0080011LO	da sorgente a confluenza del Viola Bormina	Valdidentro Loc. Premadio	SO	operativo	operativo
	IT03N0080012LO	dal Viola Bormina al depuratore di Valdisotto	Valdisotto	SO	operativo	sorveglianza
	IT03N0080013LO	dal depuratore a confluenza del Rezzalasco	Sondalo	SO	operativo	sorveglianza
	IT03N0080014ALO	dal Rezzalasco alla traversa di Sernio	Lovero	SO	operativo	operativo
	IT03N0080014BLO	dalla traversa di Sernio a confluenza del Poschiavino	Tirano	SO	-	sorveglianza
	IT03N0080015LO	dal Poschiavino al Mallero-dep. di Sondrio	Montagna Valt.	SO	-	operativo
			Villa di Tirano	SO	operativo	operativo
	IT03N0080016LO	dal Mallero a traversa di Ardenno	Berbenno S. Pietro	SO	sorveglianza	operativo
IT03N0080017LO	da traversa di Ardenno al lago di Como	Gera Lario	SO	sorveglianza (SB)	operativo	

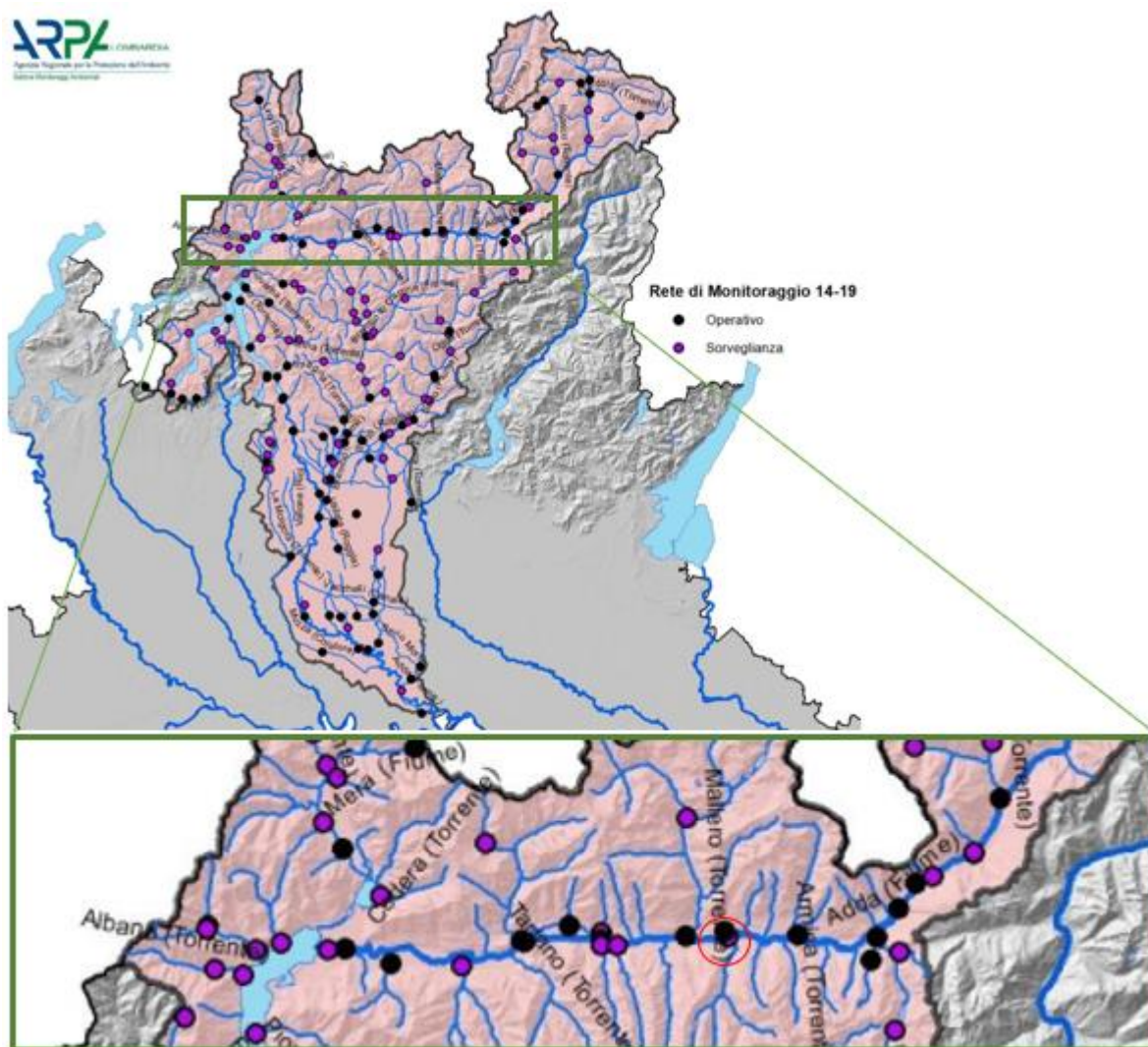


Figura 26. Rete di monitoraggio dei corpi idrici del bacino del fiume Adda nel sessennio 2014-2019. In rosso l'area oggetto della tangenziale

Si riporta nel seguito la sintesi dei risultati della **classificazione del fiume Adda al termine del sessennio 2014-2019 e il confronto con il sessennio 2009-2014.**

Nell'area di progetto (Montagna di Valtellina) lo Stato degli elementi biologici è risultato per il sessennio 2014-2019 Buono, il LIMeco Elevato, mentre lo Stato chimici a sostegno Sufficiente. Per quanto riguarda lo Stato Ecologico, nello stesso periodo, l'Adda è classificata Sufficiente con elemento determinante la classificazione la presenza di Arsenico; per lo stato chimico invece sia senza che con l'inserimento delle nuove sostanze (tabella 1/A, indicate dalla Direttiva 2013/39/UE recepita dal D. Lgs.172/2015) risulta essere Buono.

Tabella 9. classificazione del fiume Adda al termine del sessennio 2014-2019

Corso d'acqua	Loc.	Pro v.	Stato elementi biologici	LIMec o	Stato chimici a sostegno	STATO ECOLOGICO		STATO CHIMICO		
						Classe	Elementi che determinano la classificazione	Classe con nuove sostanze*	Classe senza nuove sostanze**	Sostanze che determinano la classificazione
Adda	Valdidentro	SO	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macroinvertebrati	BUONO	BUONO	-
	Valdisotto	SO	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	Macroinvertebrati - Diatomee	BUONO	BUONO	-
	Sondalo	SO	SUFFICIENTE	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	Diatomee	BUONO	BUONO	-
	Lovero	SO	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	Macroinvertebrati	BUONO	BUONO	-
	Tirano	SO	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	Macroinvertebrati	BUONO	BUONO	-
	Montagna Valtellina	SO	BUONO	ELEVATO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	Arsenico	BUONO	BUONO	-
	Villa di Tirano									
	Berbennò	SO	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	Diatomee	BUONO	BUONO	-
	Gera Lario	SO	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	Diatomee	BUONO	BUONO	-

*La classe dello stato chimico viene determinata utilizzando anche le nuove sostanze dell'elenco di priorità di tabella 1/A, indicate dalla Direttiva 2013/39/UE recepita dal D. Lgs.172/2015, tra cui il PFOS, il quale prevede che gli SQA fissati per tale sostanza si applichino a partire dal 22 dicembre 2018.

**Classificazione corrispondente a quella adottata nel PdG Po 2021: la classe dello Stato Chimico viene determinata senza utilizzare le nuove sostanze dell'elenco di priorità di tabella 1/A, indicate dalla Direttiva 2013/3 /UE recepita dal D. Lgs.172/2015, tra cui il PFOS, il quale prevede che gli SQA fissati per tale sostanza si applichino a partire dal 22 dicembre 2018.

Rispetto al sessennio 2009-2014, il sessennio 2014-2019 ha mantenuto la classificazione di Stato Ecologico Sufficiente e quella di Stato Chimico Buono. Non vi è quindi né un miglioramento né un peggioramento delle condizioni ecologiche e chimiche del fiume Adda.

Tabella 10. Confronto con il sessennio 2009-2014

Corso d'acqua	Località	Provincia	STATO ECOLOGICO 2009-2014	STATO ECOLOGICO 2014-2019	STATO CHIMICO 2009-2014	STATO CHIMICO 2014-2019
Adda	Valdidentro	SO	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO	BUONO
	Valdisotto	SO	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
	Sondalo	SO	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO
	Lovero	SO	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO	BUONO
	Tirano	SO	SUFFICIENTE*	BUONO	BUONO*	BUONO

Corso d'acqua	Località	Provincia	STATO ECOLOGICO 2009-2014	STATO ECOLOGICO 2014-2019	STATO CHIMICO 2009-2014	STATO CHIMICO 2014-2019
	Montagna Valtellina	SO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO
	Villa di Tirano					
	Berbenno	SO	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO	BUONO
			SUFFICIENTE	BUONO	NON BUONO	BUONO
*stato assegnato con procedura di raggruppamento						

Secondo il Servizio ambiente e rifiuti della Provincia di Sondrio, la **classificazione della funzionalità del fiume Adda** (applicazione dell'indice RCE-2) identifica, all'altezza di Cedrasco (dalla sezione A31 alla sezione A23 compresa, cioè l'area di progetto), una II Classe di Qualità.

La presenza vicino al fiume dell'abitato di Sondrio si riflette sulla diversa qualità funzionale delle due sponde: la destra, che presenta punteggi di RCE-2 quasi sempre inferiori, risulta essere la più artificializzata, presumibilmente per elementi a difesa dell'abitato, mentre la sponda sinistra ha le caratteristiche di un corridoio fluviale piuttosto integro.



Figura 27. Carta della classificazione della funzionalità del fiume Adda (applicazione dell'indice RCE-2). In rosso l'area di progetto

1.2.5 SUOLO E SOTTOSUOLO

1.2.5.1 Inquadramento geografico

L'area oggetto di intervento è posta a quota circa 295 m s.l.m., all'interno dell'ampio territorio della Valtellina e della valle del F. Adda, ad orientamento prevalente E-W, che è bordato da un versante settentrionale ("retico") che presenta valli e bacini idrografici quasi paralleli ad andamento N-S ed un versante meridionale ("orobico"), anch'esso solcato da valli con andamento N-S.

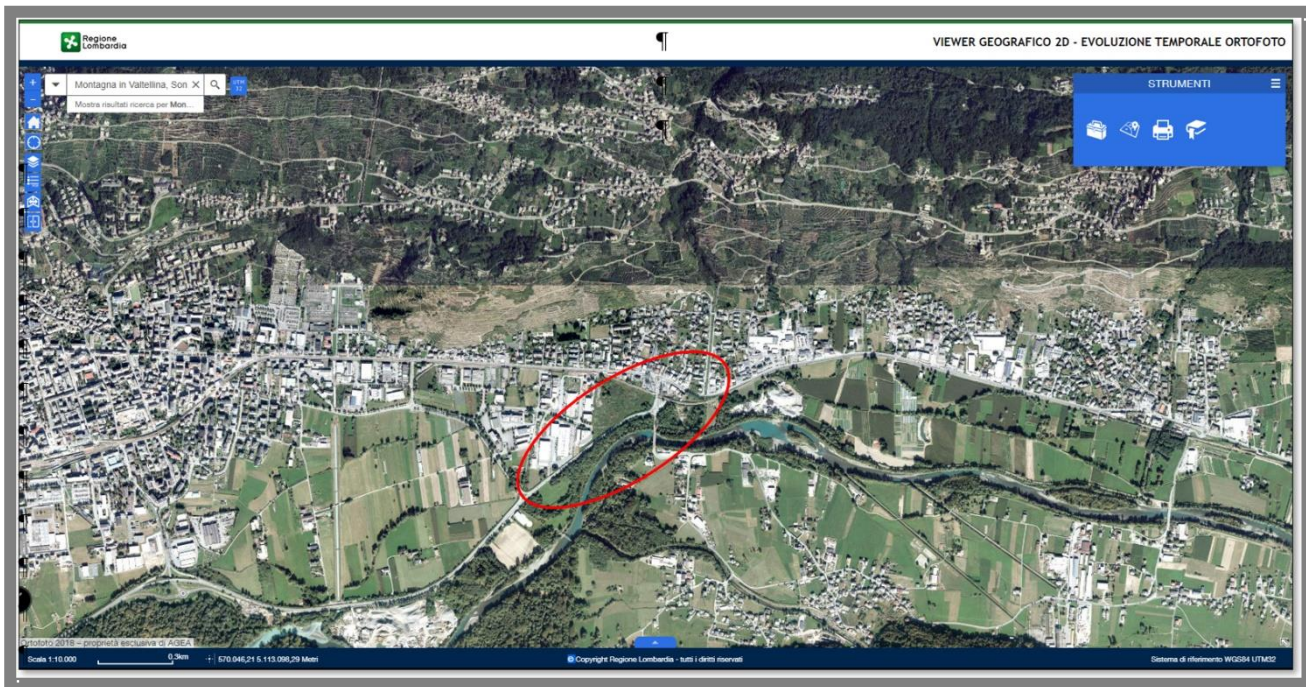


Figura 28 – PLANIMETRIA GENERALE

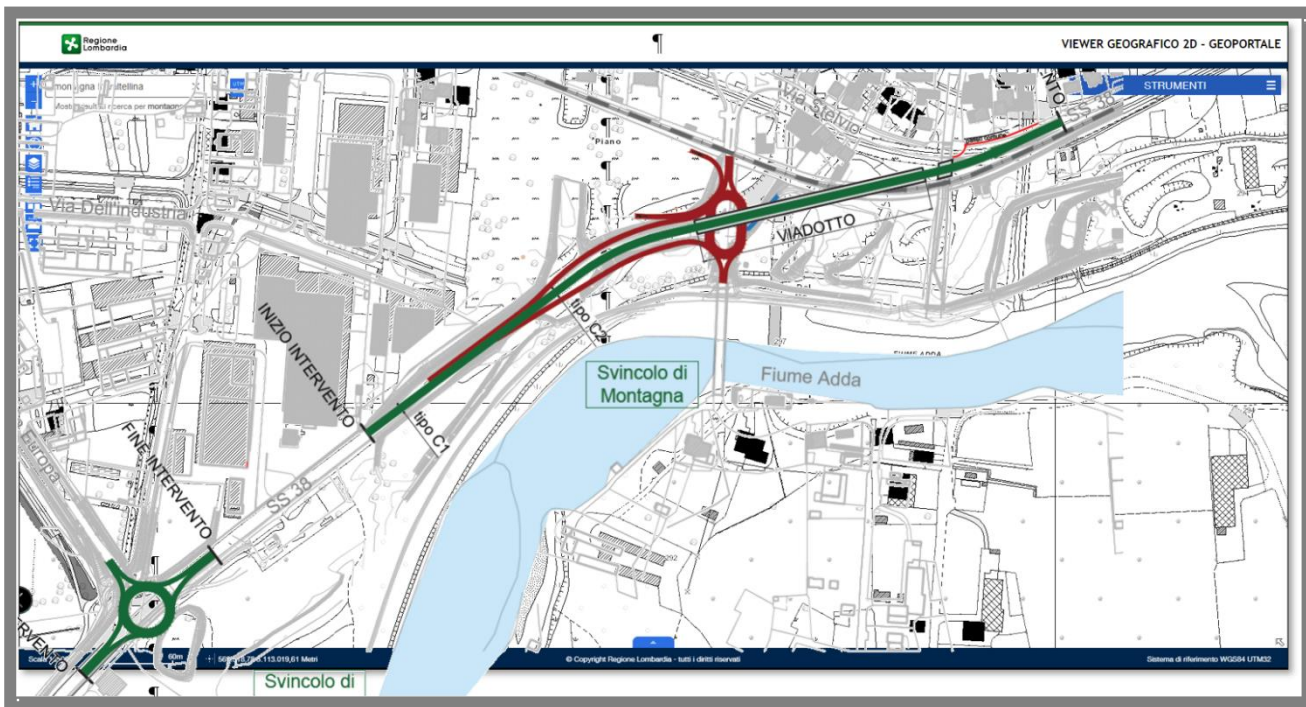


Figura 29 – PLANIMETRIA DI DETTAGLIO

1.2.5.2 Assetto geomorfologico

I tratti morfologici salienti di questo settore valtellinese sono rappresentati da:

- Processi di erosione fluviale che hanno portato alla formazione e all'approfondimento della valle del F. Adda, di origine pre-quadernaria;
- Processi glacialigenici, connessi alle ripetute glaciazioni, che hanno determinato per tutto il Quaternario molti episodi di avanzata e ritiro del grande ghiacciaio vallivo che occupava la valle dell'Adda e degli apparati glaciali minori suoi affluenti; sono tuttavia evidenti sul terreno caratteri morfologici e deposizionali soltanto dell'ultima glaciazione. Poiché ad ogni glaciazione le aree di alimentazione e le quote raggiunte dal ghiacciaio dell'Adda e dai suoi affluenti erano simili, sia i depositi che le morfologie legate alle glaciazioni più antiche sono state completamente obliterate dall'ultimo passaggio del ghiacciaio. I depositi glaciali più antichi sono probabilmente conservati sul fondovalle dell'Adda, sepolti da depositi glaciali, fluvioglaciali, lacustri e alluvionali più recenti, risultando pertanto osservabili solo in sondaggio;
- Processi fluviali, sia di trasporto che di deposizione, che producono effetti sul fondovalle dell'Adda e, in misura minore, lungo gli affluenti laterali principali;
- Processi gravitativi di dinamica dei versanti che determinano sia il rimaneggiamento dei depositi glaciali che la formazione di detriti di versante attuali a spese del substrato affiorante, e che si esplicano con la messa in posto di coltri di detriti di versante e con processi di franamento e di colamento di vario tipo;
- Processi di deformazione gravitativa profonda (DGPV) che hanno interessato entrambi i versanti della valle dell'Adda già prima delle glaciazioni plio-quadernarie e si mantengono tutt'ora in attività. Questi ultimi sono i processi morfogenetici di minore interesse per questo progetto seppur siano ritenuti fenomeni in grado di conferire significativa instabilità alla grande ed alla piccola scala.

La zona che interessa il progetto di questa nuova viabilità può essere suddivisa in chiave morfologica e fisiografica, secondo settori omogenei distinti: 1) il fondovalle dell'Adda, 2) i versanti prospicienti la valle dell'Adda e 3) le valli laterali principali affluenti dell'Adda.

Il fondovalle del F. Adda si presenta inciso entro il substrato lapideo, con versanti in roccia ad elevata inclinazione, sia sul versante meridionale che su quello settentrionale. Esso è di origine pre-glaciale e mostra il fondo completamente occupato da sedimenti alluvionali attuali, a topografia sostanzialmente pianeggiante o sub-pianeggiante.



Figura 30 – Fotografia di Albosaggia (vista da Triasso): esempio di un ampio conoide di deiezione.

Nel settore della valle dell'Adda sono attualmente predominanti i processi deposizionali, con un corso che presenta meandri liberi di divagare sulle alluvioni mobili di fondovalle. Risulta evidente un terrazzo d'erosione fluviale, relativamente continuo soprattutto lungo la sponda destra, di altezza circa 1-3 m che delimita l'alveo di piena.

Sopra quest'ultimo, il fondovalle ha caratteri di piana d'esonazione con predominante deposizione di materiali fini, terminata con la realizzazione delle attuali opere di regimazione.

Dalle valli laterali ricevono alimentazione le numerose conoidi che, per la morfologia e la natura dei sedimenti, mostrano caratteri di depositi gravitativi, ovvero appaiono come conoidi costituite prevalentemente dalla sovrapposizione di più corpi di frana, o di trasporto di massa (debris flow) piuttosto che alluvionale s.s..

Dai rapporti con il corso dell'Adda, che le aggira, si deduce che alcuni di esse hanno subito fasi di accrescimento rapido in tempi molto recenti, come nel tratto di fondo alveo che ci interessa su entrambi i versanti del fiume, mentre in altri casi le conoidi manifestano attività meno recenti perché risultano tagliate dal corso d'acqua.

Entrambi i versanti prospicienti il fondovalle dell'Adda mostrano particolari abbastanza simili, con differenze dovute ai diversi caratteri litologici e strutturali delle formazioni geologiche affioranti: la somiglianza morfologica dei due versanti è legata alla predominanza dei processi glaciali e periglaciali che li hanno modellati sulla componente litologica.

Tali fenomeni sono costituiti principalmente da processi di erosione e modellamento del substrato su cui il ghiacciaio si è spostato, processi di deposizione di sedimenti glaciali sotto forma di till di varia tipologia e

processi gravitativi, in particolare a carico degli accumuli di depositi di versante, crolli di roccia, frane per colata o scivolamento di detrito e formazione di colluvio.

Un ulteriore fenomeno che risulta ancora oggi attivo e che viene invocato per spiegare scollamenti della coltre quaternaria dal substrato e denudamenti, anche a scala estesa, è rappresentato dalle DGPV, causate sia dalle caratteristiche litologiche degli ammassi che coinvolgono che, soprattutto, tettonico-strutturali.

Le DGPV hanno condizionato in maniera significativa l'impostazione e lo sviluppo del reticolo idrografico, oltre che la produzione di corpi di detrito di versante e crolli lungo tutte le superfici che ne isolano il movimento e le tipiche trincee di distensione.

I processi geomorfologici di franamento, i colamenti di debris flow ed anche i crolli hanno subito un incremento a causa del disboscamento antropico che, a partire dall'epoca romana, ha privato parte dei versanti della copertura boschiva che li proteggeva dai fenomeni di dissesto più superficiali.

Nel complesso, l'area del fondovalle dell'Adda e delle sue valli laterali principali mostra una storia di instabilità, potenziale ed in atto, dei versanti da non trascurare.

1.2.5.3 Assetto geologico

Secondo lo schema tettonico riportato nel Foglio 056 Sondrio della Carta Regionale GEologica della Lombardia (vedi Fig. 4), la zona risulta suddivisa dalla Linea Insubrica, lineamento tettonico che percorre e si identifica con l'intera incisione valtellinese. A nord della linea Insubrica si trovano i complessi tettonici delle Austridi (Basamento Metamorfico Auralpino) e delle Pennidi, oltre ai Massicci intrusivi terziari (Rocce filoniane e intrusive), mentre a sud della linea Insubrica si trova il Complesso strutturale delle Alpi Meridionali (Basamento Metamorfico delle Alpi Meridionali con l'Unità di Edolo e l'Unità di Morbegno).

La tettonica di tutto il settore è, quindi, condizionata dalla presenza della Linea Insubrica che costituisce una lineazione tettonica di importanza regionale ad andamento E-W lunga circa 700.

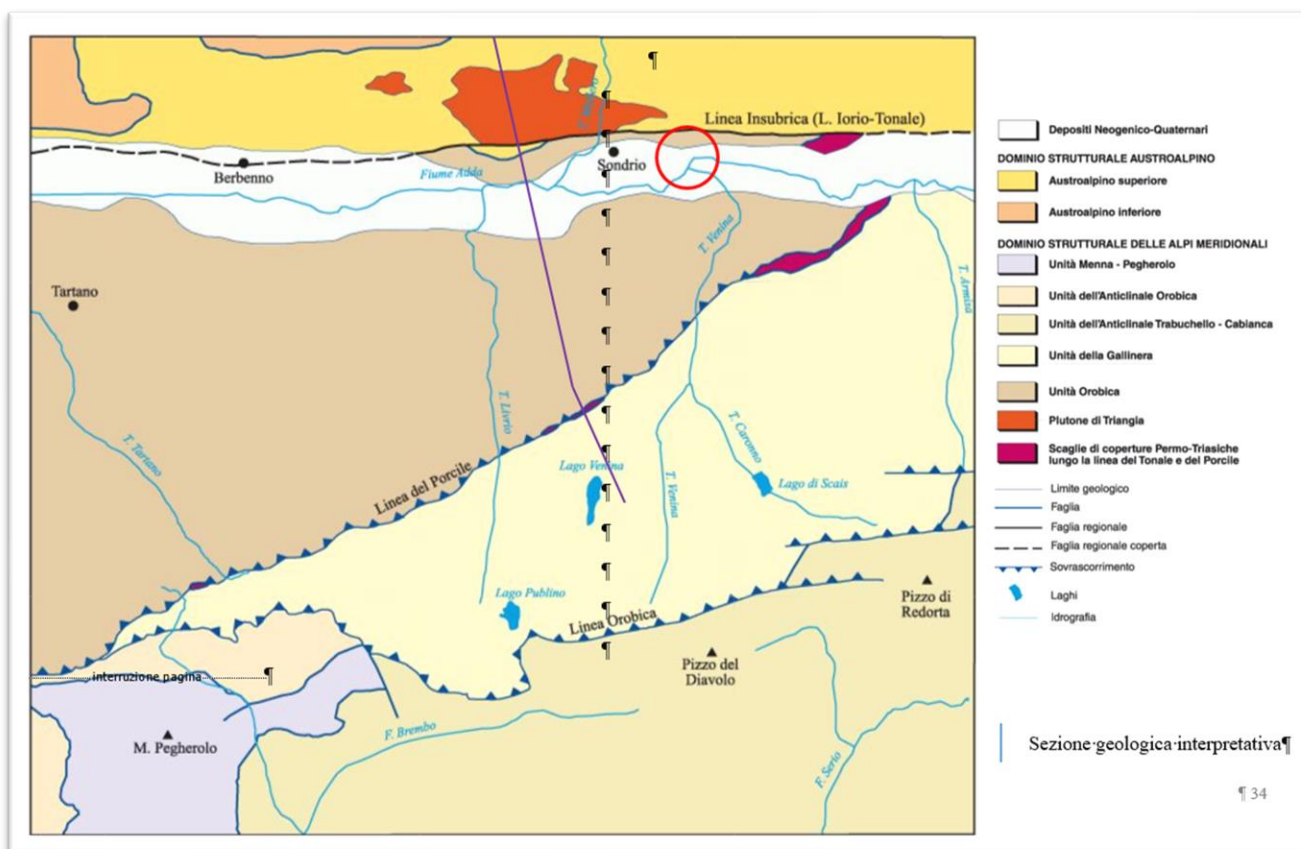


Figura 4 – MODELLO GEOLOGICO - SCHEMA TETTONICO (Foglio CARG 1:50.000 056 SONDRIO)

La linea è rappresentata, sul territorio, da una fascia milonitico-cataclastica che appartiene al Sistema di Faglie Periadriatico (PFS) e viene considerata la discontinuità strutturale più importante delle Alpi.

Lungo questa linea sono presenti diversi plutoni terziari, le cui relazioni con le miloniti testimoniano che la faglia è stata attiva fin dal periodo 34-28 milioni di anni fa.

L'intero PFS è costituito da un insieme di faglie a grande scala, legate dal punto di vista cinematico, ma con caratteristiche diverse che però nell'insieme indicano traspressione destrorsa.

Il rigetto verticale, manifestato dal sollevamento del lembo settentrionale, è di circa 20 chilometri nelle Alpi Centrali e si riduce a zero in quelle Orientali, dove lo spessore delle miloniti può arrivare a qualche chilometro.

Il rigetto orizzontale destrorso è ancora oggetto di approfondimento, data l'incertezza attuale, tra i 30 ed i 300 km dei diversi Autori.

Il sistema di faglie periappenninico mette a contatto le propaggini settentrionali sudalpine con le unità autoalpine e costituisce la linea mediana che separa la catena delle falde vergenti verso nord da quelle vergenti verso sud.

Nella zona di diretto interesse per le opere in progetto, in destra idrografica del Fiume Adda e sotto le coperture sedimentarie descritte nel capitolo dell'assetto geomorfologico, si riconosce l'unità degli Scisti di

Edolo (EDO) appartenente al Basamento Metamorfo delle Alpi Meridionali (vedi sezione geologica interpretata in FIG. 5).

Il litotipo caratterizzante gli Scisti di Edolo è costituito da micascisti muscovitici a granato e staurolite e staurolite a grana media, di colore da grigio-scuro a grigio-argento, con lenti di quarzo allungate e piegate; i fenomeni di metamorfismo retrogrado conferiscono all'unità un colore grigio-verdastro.

L'intervento si sviluppa nel fondovalle ampio e pianeggiante del F. Adda, caratterizzato dalla presenza di uno spesso materasso di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi derivanti dall'evoluzione geomorfologica recente ed attuale (vedi §. 3) di fasi di dinamica fluviale ad alta e media energia rappresentate dalla interconnessione tra la conoide del Torrente Davaglione e la sedimentazione del F. Adda.

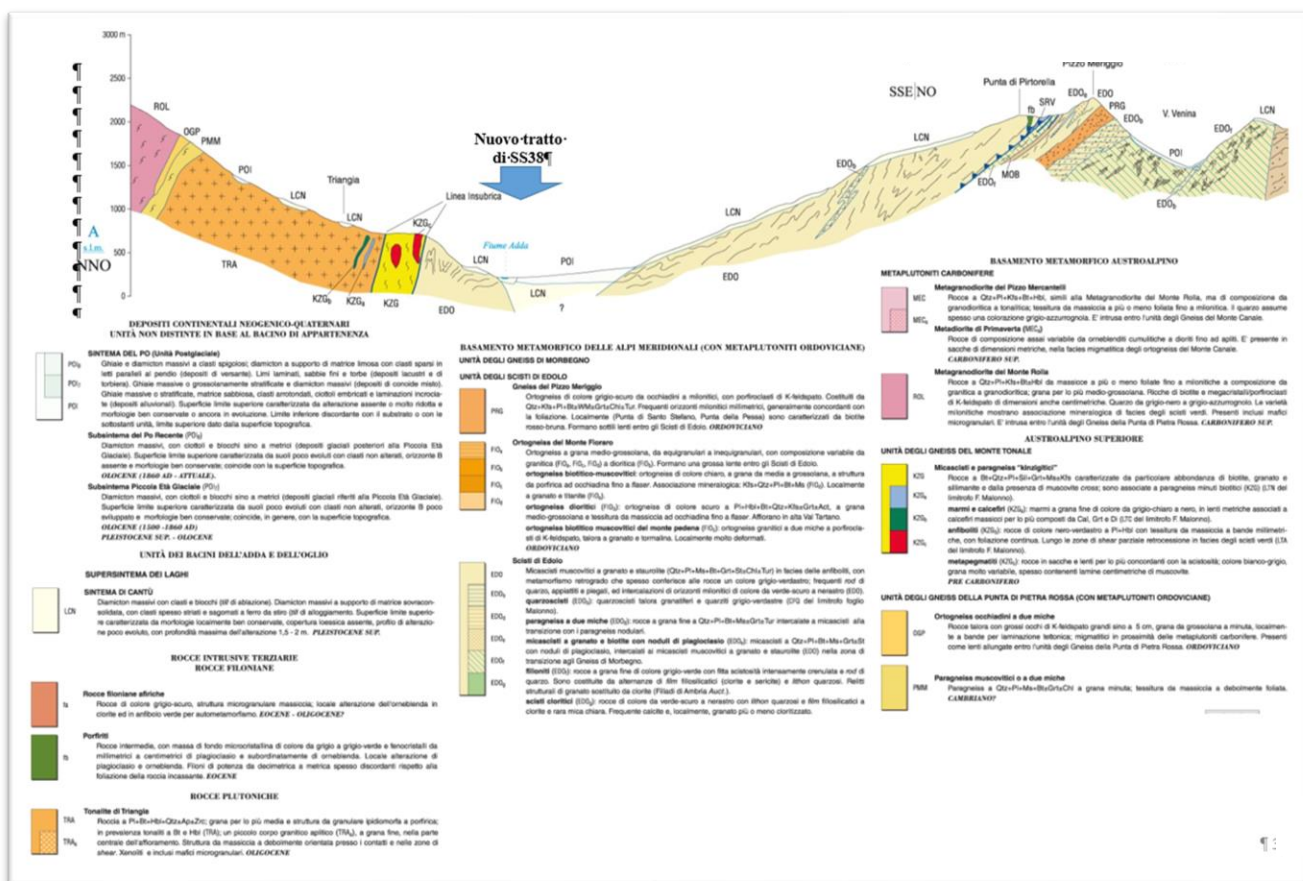


Figura 31 - MODELLO GEOLOGICO - SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATA (CARG 1:50.000 056 SONDRIO)

1.2.5.4 Assetto sismico di base

L'esame del territorio esteso all'intorno al progetto, così come rappresentato nella Carta della pericolosità sismica locale, che rappresenta l'approfondimento della componente sismica di primo livello inserito nello studio di supporto alla pianificazione generale del comune di Montagna in Valtellina del 2011, fa emergere alcune zonazioni che richiamano attenzioni di natura prevalentemente stratigrafica da considerare nell'ambito delle valutazioni sismiche del progetto.

Nessun elemento, invece, che possa interagire con la risposta sismica per quanto riguarda l'assetto morfologico del contesto che ospiterà la nuova viabilità e l'inclinazione generale del territorio di fondovalle del F. Adda: quest'ultima rimane nell'insieme inferiore ai 15°, a cui corrisponde nell'ambito delle NTC-2018 ad un $ST=T1=1,0$, dunque nessuna amplificazione sismica per gli aspetti topografici.

La Carta della pericolosità sismica locale, invece, identifica contesti di piana alluvionale (scenario PSL: Z4a), che riguarda la viabilità a terra e su rampa in rilevato della S.S. 38 proveniente da SW fino ad un primo tratto di viadotto a sud della linea ferroviaria, di conoide alluvionale (scenario PSL: Z4b), che riguarda invece la parte centrale e nord orientale del tratto in viadotto della S.S. 38 fino al suo reinserimento sul vecchio tracciato, ed infine di terreni con scarse caratteristiche geotecniche (scenario PSL: Z2), che riguarda una striscia di territorio a cavallo tra le zone Z2 e Z4a per quasi tutto il suo sviluppo longitudinale tra l'inizio del cantiere a SW ed il corso del T. Davaglione.

Per gli scenari di Z2 si tratta di area di fondovalle, in sponda nord del Fiume Adda, caratterizzata da terreni ai quali nello studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica del comune di Montagna in Valtellina sono attribuite scadenti caratteristiche geotecniche o terreni saturi; invece per gli scenari Z4a e Z4b si tratta di aree di fondovalle con presenza di depositi alluvionali eterogranulari ed aree pedemontane di falda di detrito e conoide alluvionale.

Per quanto riguarda la procedura di valutazione della sismicità di base della zona in cui si realizzerà la nuova viabilità, essa, dalla prima versione delle NTC, in avanti è "sito-dipendente" e non più "zona-dipendente".

In base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" comune di Montagna era stato classificato in zona sismica 4:

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (fino al 1998)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi del OPCM n. 3274/2003
03014044	Montagna in Valtellina	N.C	N.C	4

Con la D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 la zona sismica del comune passa dalla zona 4 alla zona 3:

ESTRATTO DALL'ELENCO DEI COMUNI CON INDICAZIONE DELLE RELATIVE ZONE SISMICHE E DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA (AGMAX) PRESENTE ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE (O.P.C.M. 3519/06 E DECRETO MIN. INFRASTRUTTURE 17/01/18)

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	Ag max
03014044	SO	MONTAGNA IN VALTELLINA	3	0,116117

Questa zonizzazione non comporta la determinazione della sismicità da applicare alle verifiche strutturali, ma solo le procedure a cui tali verifiche devono essere sottoposte. Alla zona 3 compete un'accelerazione orizzontale massima al suolo di ag-max-orizz.-convenz.-suolo-A pari a 0,15g.

Tenendo conto delle azioni sismiche specifiche, occorre assumere il Tipo di Costruzione in progetto, a cui è associata una Vita Nominale $V_N = 100$ anni:

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

e la Classe d'Uso assunta (per il tipo di opera in progetto si assume la IV).

<p><i>Classe I:</i> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.</p> <p><i>Classe II:</i> Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.</p> <p><i>Classe III:</i> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.</p> <p><i>Classe IV:</i> Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.</p>

Dalle assunzioni di cui sopra deriva che il Periodo di Riferimento $V_r = V_N \times C_u$ viene stimato uguale a $100 \times 2 = 200$, dove:

Con il Periodo di Riferimento V_r si ricava il Periodo di Ritorno T_r per ciascuno dei quattro Stati Limite considerati nella Normativa e la relativa probabilità di superamento dell'evento di progetto nel periodo di riferimento. Per $V_r=200$ deriva che per SLV: $T_r=1.898$ anni.

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(^2) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (^1)$

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

A questo punto con il Periodo di Ritorno T_R e le coordinate del punto geografico in cui si colloca il baricentro del tratto in viadotto, ritenuto il più vulnerabile, in chiave sismica, dell'intervento in progetto (lat.: 9,906590° - lon.: 46,169806°) si può determinare i parametri che definiscono le forme spettrali (a_g - F_0 - T_C^*) utilizzate per le verifiche sismiche dell'opera:

a_g	accelerazione orizzontale massima al sito;
F_0	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
T_C^*	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Ora manca da definire per completezza il S_s ed il C_c derivanti dalla categoria di suolo ed il S_t derivante dalle condizioni topografiche di sito dalle tabelle che seguono.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

con $S_T=T1=1,0$:

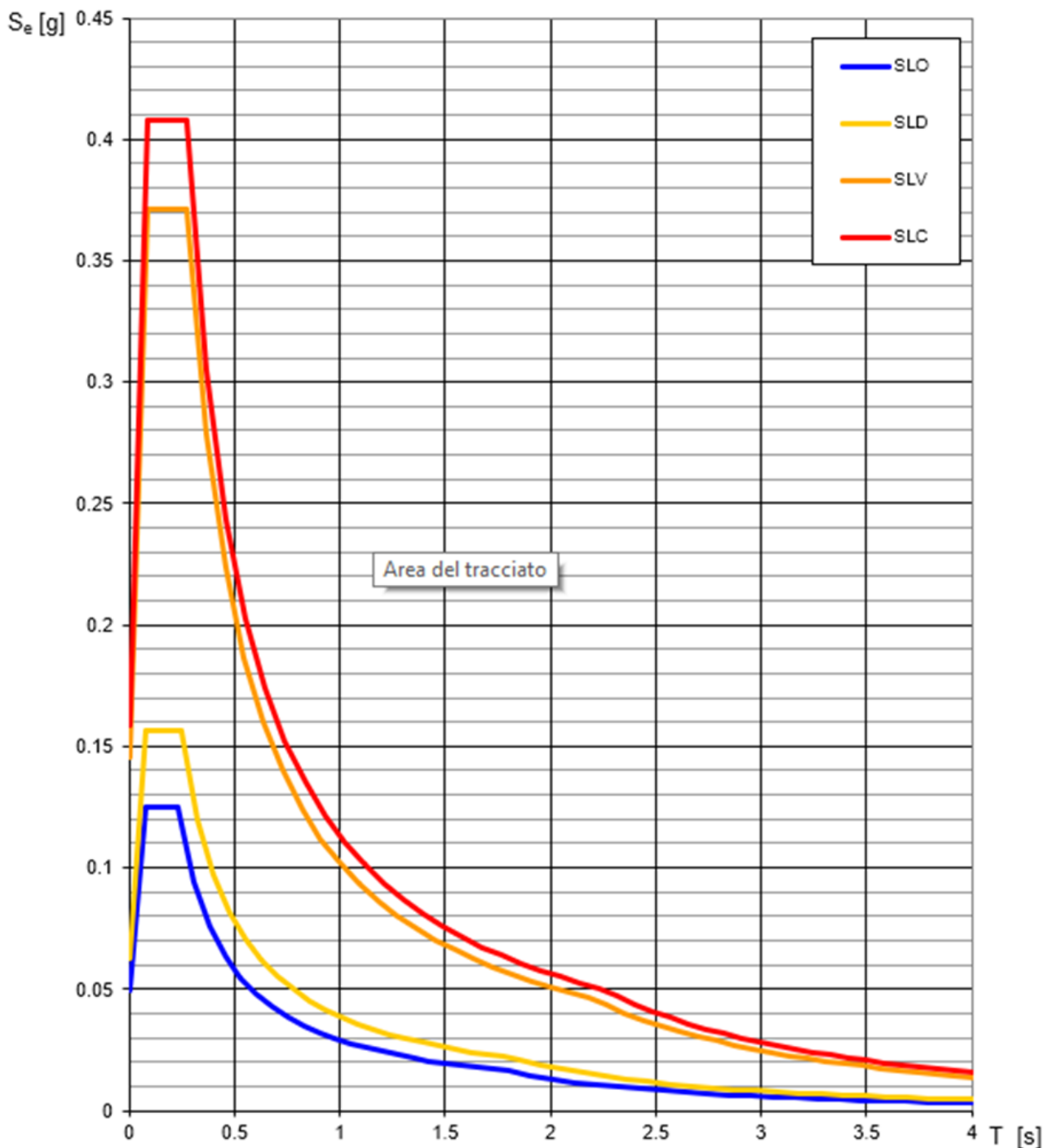
I parametri dello spettro di sito risultano quindi:

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno s

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.050	2.508	0.233
SLD	201	0.062	2.503	0.250
SLV	1898	0.145	2.558	0.275
SLC	2475	0.158	2.577	0.277

A cui corrispondono i seguenti spettri elastici in accelerazione:

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



1.2.5.5 Assetto idrogeologico

L'assetto idrogeologico dell'area di progetto, ad est di Sondrio lungo la valle del F. Adda, risulta caratterizzato da litotipi lapidei affioranti sui versanti prospicienti il corso del F. Adda, dalle coperture detritiche prodotte dalla degradazione superficiale del substrato e dall'attività colluviale e geomorfologica agente sulle due pendici; infine dall'interazione tra i sistemi sedimentari formati sui versanti a causa di pendenza ed energia del rilievo ed il fondovalle.

Gli apporti meteorici in questa zona sono elevati, in media tra gli 800-1000 mm/anno sul versante settentrionale e di 1300-1600 circa mm/anno su quello meridionale, e garantiscono notevoli quantità d'acqua, sia sotterranea che superficiale.

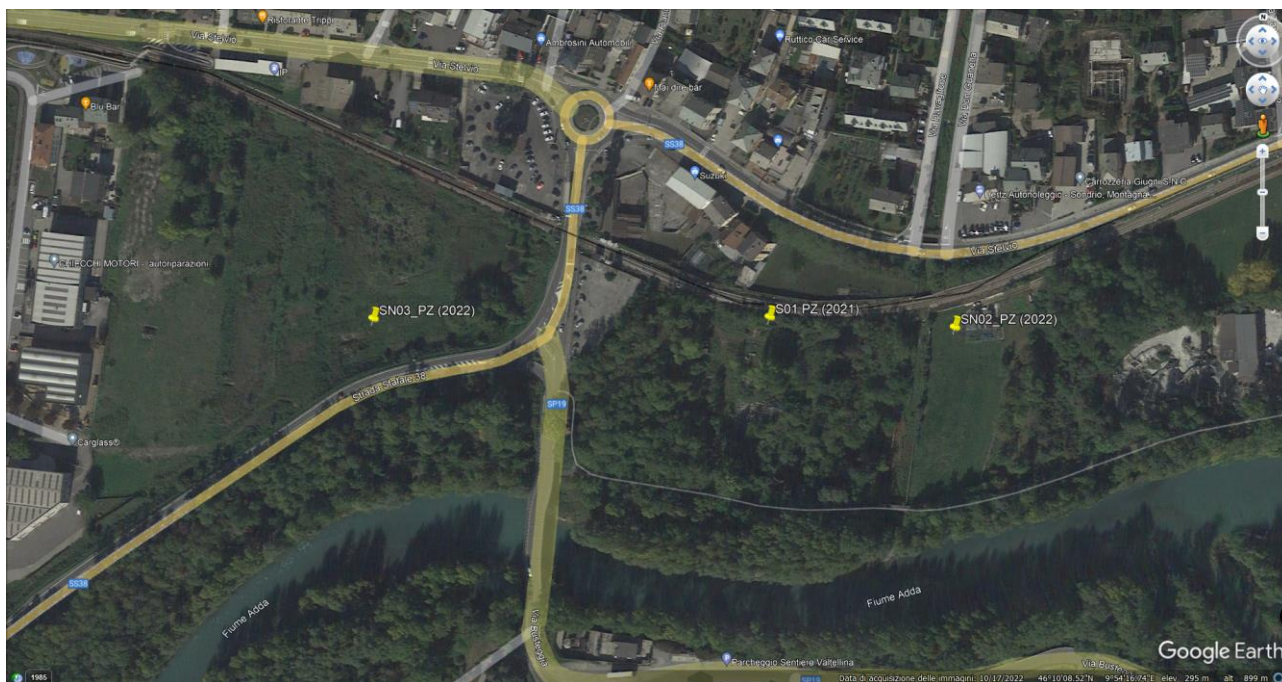
L'acquifero principale è rappresentato dai depositi alluvionali del fondovalle, costituito prevalentemente da sabbie e ciottoli, nelle quali non prevalenti lenti o strati sottili di tipo limoso ed argilloso distribuiti in maniera disorganizzata e discontinua mantengono questo serbatoio di tipo freatico, cioè privo di confinamento. L'alimentazione dell'acquifero alluvionale del fondovalle è fornita, per la maggior quantità, dal F. Adda.

Lo spostamento delle acque sotterranee nell'acquifero alluvionale è principalmente orizzontale ed orientato da Est verso Ovest, con un gradiente idraulico molto basso. La soggiacenza del livello piezometrico nell'acquifero alluvionale è ridotta: la disponibilità di sondaggi dalle diverse campagne di indagine geologica disponibili, nonché il monitoraggio mensile in corso di tipo piezometrico a partire dal mese di giugno 2023 per n.12 mesi, hanno permesso di stabilire che la soggiacenza della superficie piezometrica nel sottosuolo del fondovalle del F. Adda varia dai 2 ai 6 metri a seconda della quota del profilo altimetrico da cui si misura; le profondità della superficie piezometrica riscontrate risultano tutto sommato prossime e circa parallele a quelle del tratto di fondoalveo del F. Adda e si approfondiscono spostandosi verso i fianchi della valle.

Nello specifico sono stati installati n.3 piezometri nella recente campagna di indagine di supporto al progetto definitivo del 2022 così denominati:

- S01 PZ (2021)
- SN_02 PZ (2022)
- SN_03 PZ (2022)

Posizionati come segue:



Si riportano in allegato le misure effettuate nei mesi di giugno e luglio 2023.

ANAS S.p.A

SS"38" dello Stelvio-Tangenziale di Sondrio- Monitoraggio di corso d'opera									
PIEZOMETRI TUBO APERTO									
DATA DI LETTURA	S01-PZ			SN02-PZ			SN03-PZ		
	Quota testa tubo [m s.l.m.]: 292,496			Quota testa tubo [m s.l.m.]: 295,97			Quota testa tubo [m s.l.m.]: 291,415		
gg/mm/aaaa	Letture [m]	Quota falda [m s.l.m.]	Δ h [cm]	Letture [m]	Quota falda [m s.l.m.]	Δ h [cm]	Letture [m]	Quota falda [m s.l.m.]	Δ h [cm]
19/06/2023	4,22	288,28	0,00	6,77	289,20	0,00	2,85	288,57	0,00
19/07/2023	4,21	288,29	0,01	6,98	288,99	-0,21	3,06	288,36	-0,21

In asse al fondovalle del F. Adda si rileva una diminuzione della soggiacenza andando da Est verso Ovest, seguendo l'andamento altimetrico del terreno e dell'asta fluviale; le quote della superficie piezometrica libera risultano sempre concordi e leggermente inferiori a quelle dell'alveo dell'Adda, ciò conferma che l'acquifero del fondovalle viene alimentato principalmente dal corso d'acqua.

La permeabilità, misurata in diverse verticali di indagine tra 4 e 30 metri di profondità, è sempre dell'ordine dei 10^{-3} - 10^{-4} cm/sec, quindi piuttosto elevata e del tutto compatibile con le indicazioni bibliografiche sugli acquiferi composti di materiali prevalentemente grossolani con scarsa matrice. I risultati delle misure della permeabilità sono tutto sommato omogenei e indipendenti dalla profondità di esecuzione delle prove, entro gli spessori indagati. L'indicazione di minima variabilità riscontrata potrebbe essere legata alla posizione planimetrica della verticale e, quindi, alla collocazione della misura più o meno prossimale/distale rispetto all'apice della conoide (nel nostro caso quella del T. Davaglione).

L'acquifero di fondovalle è per la sua natura molto permeabile, anche molto vulnerabile all'inquinamento dato che nelle condizioni più cautelative un qualsiasi rilascio di sostanza liquida contaminante in superficie

può impiegare poco tempo ad arrivare in falda e spostarsi ad una velocità di diversi centimetri l'ora una volta arrivato nell'acquifero.

Per quanto riguarda l'aspetto ambientale delle acque sotterranee l'analisi è stata eseguita nei due sondaggi a carotaggio continuo SN2pz e SN3pz allestiti con tubo piezometrico. I risultati analitici delle analisi dedicate al progetto definitivo sulle acque sotterranee sono riportate nella tabella seguente:

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02

Codice Campione	PARAMETRO	U.M.	Limiti D.Lgs. 152/06 tabella A	22SA50082	22SA50089
Descrizione				SN03_PZ CA3	SN02_PZ CA5
Data campionamento				14/12/2022	13/12/2022
	Arsenico (As)	µg/l	10	3,89	7,83
	Cadmio (Cd)	µg/l	5	< 0.5	< 0.5
	Cobalto (Co)	µg/l	50	< 1	< 1
	Cromo (Cr)	µg/l	50	1,27	< 1
	Cromo esavalente (Cr VI)	µg/l	5	< 2.5	< 2.5
	Mercurio (Hg)	µg/l	1	< 0.2	< 0.2
	Nichel (Ni)	µg/l	20	< 2	< 2
	Piombo (Pb)	µg/l	10	< 1	< 1
	Rame (Cu)	µg/l	1000	< 10	< 10
	Zinco (Zn)	µg/l	2	< 50	< 50
	Idrocarburi C<=12 (come n-esano)	µg/l		< 50	< 50
	Idrocarburi pesanti C>12 espressi come n-esano (C12-C40)	µg/l		< 50	< 50
	Idrocarburi Totali C<=12 +C>12 (C12-C40, come n-esano)	µg/l	350	< 50	< 50
	Policiclici Aromatici				
	Benzo(a)antracene	µg/l	0,1	< 0.01	< 0.01
	Benzo(a)pirene	µg/l	0,01	< 0.005	< 0.005
	Benzo(b)fluorantene	µg/l	0,1	< 0.01	< 0.01
	Benzo(k)fluorantene	µg/l	0,05	< 0.01	< 0.01
	Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	0,01	< 0.005	< 0.005
	Crisene	µg/l	5	< 0.01	< 0.01
	Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	0,01	< 0.01	< 0.01
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l	0,1	< 0.01	< 0.01
	Pirene	µg/l	50	< 0.01	< 0.01
	Somma IPA (31,32,33,36)	µg/l	0,1	< 0.01	< 0.01
	Solventi Aromatici				
	Benzene	µg/l	1	< 0.1	< 0.1
	Etilbenzene	µg/l	50	< 1	< 1
	Stirene	µg/l	25	< 1	< 1
	Toluene	µg/l	15	< 1	< 1
	p-Xilene	µg/l	10	< 1	< 1

Dalla valutazione dei risultati su questi n. 2 campioni da n. 2 punti di indagine emerge che nessuno dei campioni presenta concentrazioni maggiori ai limiti riportati all'interno della Tabella 1 colonna A dell'Allegato 5 alla parte IV del Decreto Legislativo 152/2006. Questo implica che la qualità delle acque sotterranee nello stato di fatto ante operam è buono.

In questo acquifero principale confluiscono anche gli acquiferi secondari presenti entro le conoidi laterali formate dai corsi d'acqua provenienti dai due versanti.

Le piccole falde di conoide sono anch'esse di tipo freatico e possono raggiungere valori di soggiacenza anche più elevati rispetto a quelle del fondovalle del F. Adda; essi tendono poi a diminuire nelle zone distali, dove si raccordano con l'acquifero del fondovalle e fondono con esso le proprie peculiarità idrogeologiche.

L'alimentazione di queste falde secondarie è data sia dagli apporti diretti provenienti dai versanti, sia dai corsi d'acqua tributari del F. Adda che li solcano.

I litotipi del substrato lapideo, che costituiscono i versanti ad elevate pendenze presenti, sono caratterizzati generalmente da un grado di permeabilità piuttosto basso, che determina, pertanto, il prevalere del deflusso superficiale nei confronti dell'infiltrazione e quindi del deflusso sotterraneo, che avviene attraverso le discontinuità strutturali, le fessure e la stratificazione.

La piezometria della zona di progetto è ricostruibile dai piezometri attrezzati in alcuni dei sondaggi di cui la Stazione appaltante ci ha dato disponibilità ed un monitoraggio piezometrico in corso con cadenza mensile a partire dal mese di giugno 2023 per n.12 mesi su tre verticali.

In particolare la soggiacenza della superficie piezometrica è posizionata tra giugno e luglio 2023 tra i 3 ed i 7 metri di profondità dalla bocca pozzo, con escursione mensile dell'ordine di una o due decine di centimetri. Ci sono dati da fonte bibliografica che individuano escursioni giornaliere e stagionali dell'ordine, rispettivamente, della decina di centimetri e di qualche metro.

La caratterizzazione bio-chimica del sottosuolo è stata ottenuta con alcune campagne di indagine preventive e preliminari eseguite nell'ambito delle indagini geologiche. Esse hanno previsto il campionamento di terreni da saggi, sondaggi e trincee, potendo disporre quindi sia di campioni superficiali che relativamente profondi, in grado comunque di fornire informazioni fino a dove potranno arrivare gli sbancamenti nel corso del cantiere.

I risultati sono stati particolarmente confortanti, dato che tutti i campioni di terreno sono rimasti entro la soglia della colonna B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, Parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 ad eccezione di un unico campione di terreno superficiale (SN02_PZ CA1 0.00-1.00m) che ha manifestato un risultato di idrocarburi C>12 superiore al limite. Visto l'abbandono e l'incuria in cui versano i terreni indagati che non sono utilizzati da tempo, è verosimile che questo dato corrisponda ad uno scarico o un deposito isolato di materiali il cui deperimento rilascia un derivato del petrolio, oppure un abbandono occasionale di idrocarburi.

1.2.5.6 Criticità

Per ciò che concerne le problematiche di carattere geologico e geomorfologico, l'indagine ha permesso di accertare che il tracciato di progetto si collocherà prevalentemente su un solo tipo di terreno dal punto di vista litotecnico, costituito da materiali sabbiosi e ciottolosi misti a ghiaie e ad una modesta seppur variabile

quantità di matrice limosa, con elementi prevalenti di tipo angolari o sub-angolari, caratterizzati da addensamento da medio ad elevato fin dai primi metri di profondità.

La classificazione propriamente geologica di tali sedimenti è invece più articolata, dato che lo stesso litotipo tecnico risulta prodotto da più di un fenomeno sedimentario (si veda l'immagine a pagina successiva proveniente dalla Carta dei Vincoli del P.G.T. comunale di Montagna in Valtellina).

La porzione di tracciato stradale che si svilupperà in rilevato sarà posizionata su un sedime la cui prevalente natura geologico-geomorfologica risulta essere quella legata al materasso alluvionale di età attuale e recente, messo in posto dall'attività idrografica del Fiume Adda, tipica di un fondovalle alluvionale per lo più anastomizzato. In questo tratto i depositi granulari sabbiosi e ciottolosi prevalenti derivano prevalentemente dall'azione di deposito del corso d'acqua in termini di granulometria, classazione, tessitura, provenienza dei clasti e velocità di sedimentazione.

La porzione di tracciato che si svilupperà in viadotto invece sarà posizionata su un sedime la cui natura è quella di deposito di massa ed il fenomeno che ne è responsabile è quello della conoide di deiezione del T. Davaglione, nella quale le granulometrie sono ancora quelle delle sabbie e dei ciottoli misti a matrice, ma con maggiore contenuto fine e con clasti più grossolani, più spigolosi e meno classati, per effetto del minor trasporto subito e della maggiore energia che l'accrescimento della conoide ha impiegato.

La conoide di deiezione costituisce un processo di accrescimento tipicamente rapido che si attua per fasi impulsive; ciò spiega le colonne stratigrafiche più articolate vicine allo sbocco del torrente nel F. Adda che manifestano una significativa presenza di lenti o livelli a granulometria mediamente diversa rispetto a quelle più omogenee del materasso alluvionale di fondo.

Allontanandosi dal tratto finale del T. Davaglione l'effetto del trasporto impulsivo più violento della conoide di deiezione si fa sempre meno sentire e torna prevalente l'attività geomorfologica ed idrografica più omogenea, continua e costante del fondovalle del F. Adda.

Il carattere impulsivo dell'accrescimento della conoide permette a questo ambiente di deposizione con trasporto di massa di alternare i propri effetti sul fondovalle principale, nel quale procede su quelli della lenta e graduale sedimentazione fluviale, con interferenze ed eteropie laterali e verticali molto più presenti rispetto al restante ambiente del fondovalle.

Il progetto non si sovrappone ad aree di salvaguardia di captazioni ad uso idropotabile (si veda l'immagine a pagina successiva proveniente dalla Carta dei Vincoli del P.G.T. comunale di Montagna in Valtellina).

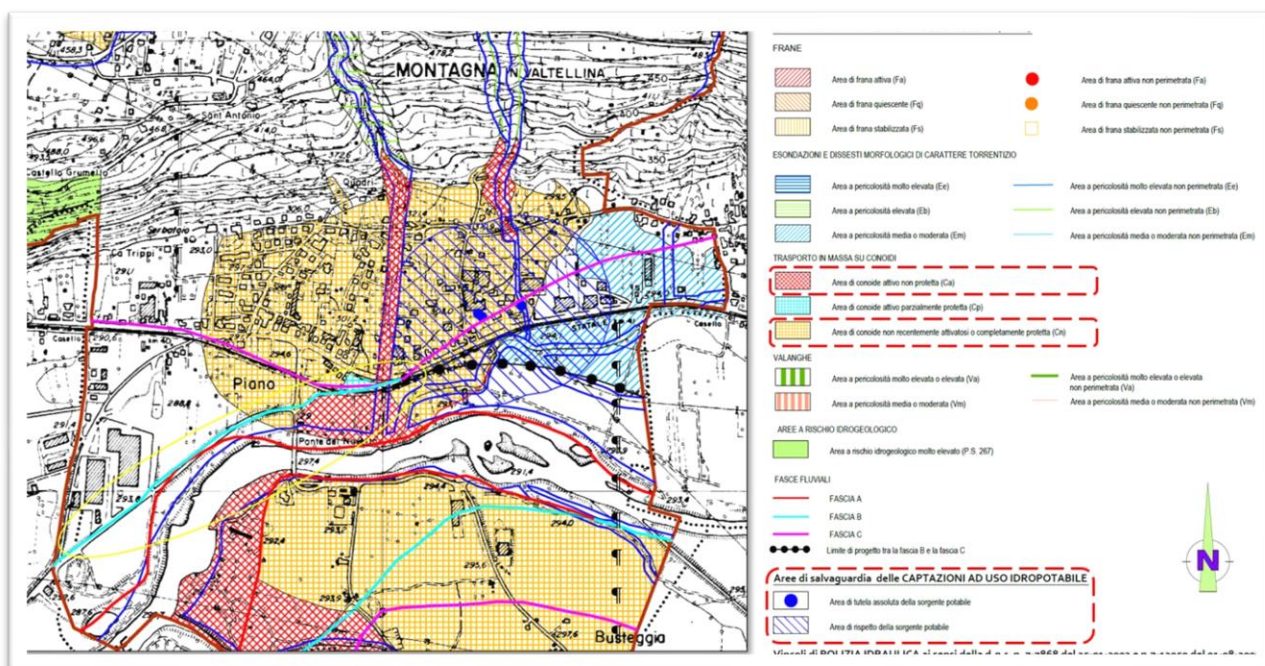


Figura 6 – SINTESI DELLE CRITICITA'

1.2.6 TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

Ai fini della valutazione dell'impatto ambientale nell'ambito del territorio e del patrimonio agroalimentare è stata necessaria un'analisi approfondita del territorio interessato riconducibile allo studio dell'uso del suolo attuale con identificazione delle aree agricole produttive.

La carta di uso del suolo redatta allo scopo è stata derivata da basi ufficiali derivate dal geoportale della Regione Lombardia (Uso e copertura del suolo 2018 realizzato dalle aerofotogrammetriche AGEA 2018 - Dusaf 6.0), verificate ed aggiornate a seguito di sopralluoghi avvenuti nel giugno 2023.

Le tipologie di uso del suolo derivate su larga scala hanno identificato le seguenti classi di uso raggruppate per Matrice Antropica, Agricola, Naturale vegetazionale e Naturale Idrica.

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02

LEGENDA

MATRICI



FILARI



MATRICE ANTROPICA

- 1111 - Tessuto residenziale denso
- 1112 - Tessuto residenziale continuo mediamente denso
- 1121 - Tessuto residenziale discontinuo
- 1122 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme
- 1123 - Tessuto residenziale sparso
- 11231 - Cascine
- 12111 - Insediamenti industriali
- 12112 - Insediamenti produttivi agricoli
- 12121 - Insediamenti ospedalieri
- 12122 - Impianti di servizi pubblici e privati
- 12123 - Impianti tecnologici
- 12124 - Cimiteri
- 12126 - Impianti fotovoltaici a terra
- 1221 - Reti stradali e spazi accessori
- 1222 - Reti ferroviarie e spazi accessori
- 124 - Aeroporti ed eliporti
- 131 - Cave
- 133 - Cantieri
- 134 - Aree degradate non utilizzate e non vegetate
- 1411 - Parchi e giardini
- 1412 - Aree verdi incolte
- 1421 - Impianti sportivi
- 1422 - Campeggi e strutture turistiche e ricettive
- 1424 - Aree archeologiche



MATRICE AGRICOLA

- 2111 - Seminativi semplici
- 2112 - Seminativi arborati
- 21131 - Colture orticole a pieno campo
- 21132 - Colture orticole protette
- 2115 - Orti familiari
- 221 - Vigneti
- 222 - Frutteti e frutti minori
- 223 - Oliveti
- 2311 - Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive
- 2312 - Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse



MATRICE NATURALE (Componente vegetazione)

- 1412 - Aree verdi incolte
- 3111 - boschi di latifoglie a densità media e alta
- 31111 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo
- 31112 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati ad alto fusto
- 31121 - boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo
- 3113 - formazioni ripariali
- 3114 - castagneti da frutto
- 3121 - Boschi conifere a densità media e alta
- 3122 - Boschi di conifere a densità bassa
- 31311 - boschi misti a densità media e alta governati a ceduo
- 31312 - boschi misti a densità media e alta governati ad alto fusto
- 31321 - boschi misti a densità bassa governati a ceduo
- 31322 - boschi misti a densità bassa governati ad alto fusto
- 3211 - praterie naturali d'alta quota assenza di specie arboree ed arbustive
- 3212 - praterie naturali d'alta quota con presenza di specie arboree ed arbustive sparse
- 3221 - cespuglieti
- 3222 - vegetazione dei greti
- 3223 - vegetazione degli argini sopraelevati
- 3241 - cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree
- 3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate
- 333 - vegetazione rada
- 411 - vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere



MATRICE NATURALE (Componente idrica)

- 335 - ghiacciai e nevi perenni
- 511 - Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali
- 5121 - Bacini idrici naturali
- 5122 - Bacini idrici artificiali
- 5123 - Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda

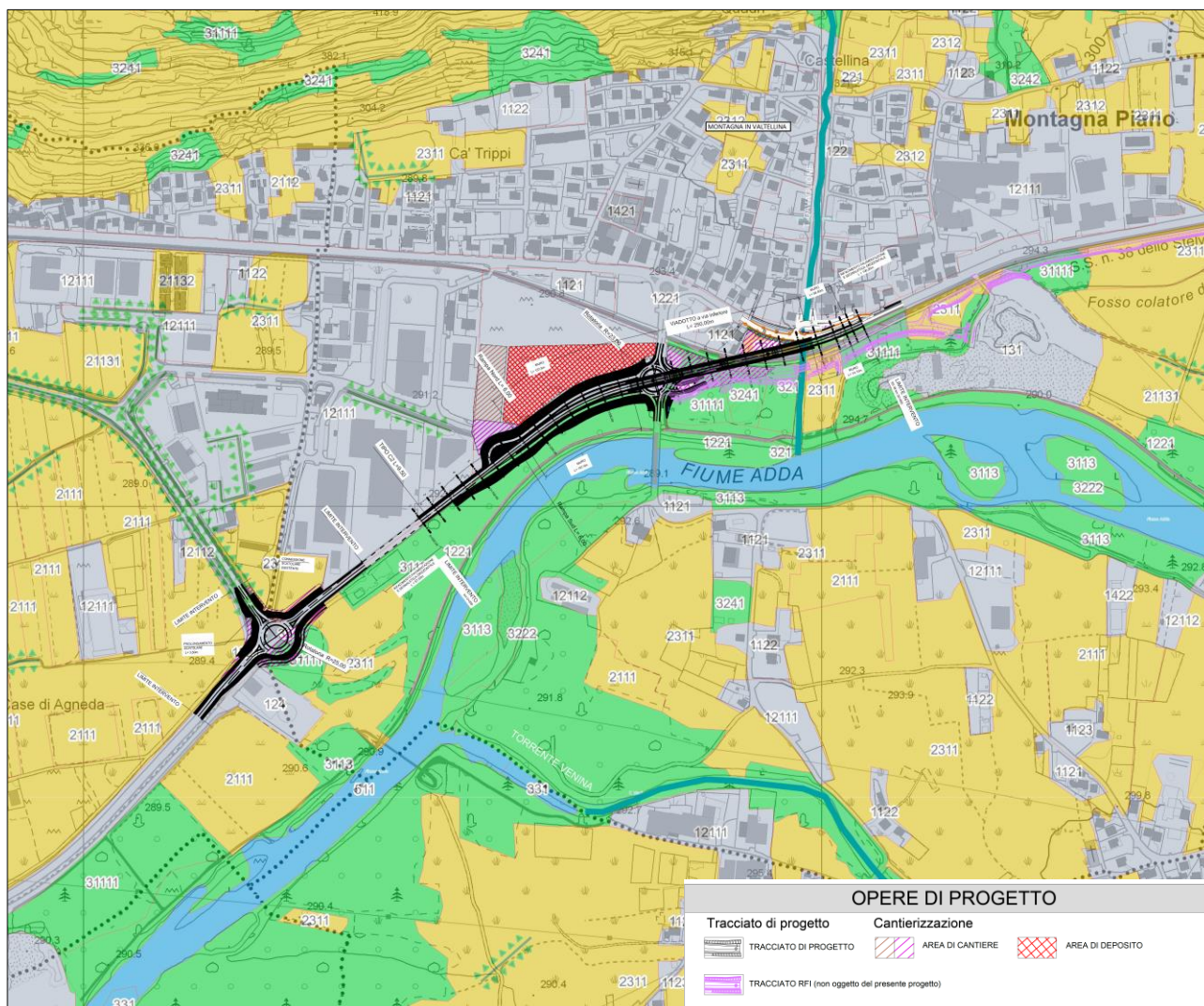
L'area di intervento si colloca nel fondo valle dell'Adda, in destra idraulica, ricalcando la fascia infrastrutturale esistente che si sviluppa lungo la fascia periurbana dell'abitato di Montagna in Valtellina e Sondrio.

Considerando la matrice agricola emerge come nel fondo valle siano presenti nuclei a coltivazioni erbacee (seminativi asciutti ed irrigui) che si frammentano in prossimità del margine urbanizzato.

Procedendo sul versante retico si passa da coltivazioni terrazzate a vigneti, frutteti e oliveti per poi trovare aree estensive a prati-pascoli.

Scendendo di scala ed analizzando la fascia prospiciente la nuova infrastruttura, si denotano solo piccole porzioni di superfici a seminativo e prati pascoli che vengono solo marginalmente interessate dalle opere. Le classi più rappresentate si dividono in urbanizzate a nord dell'opera e più prevalentemente naturaliformi a sud.

Di seguito si riporta estratto della carta di uso del suolo (**T00IA03AMBCT14_A**).



1.2.7 BIODIVERSITÀ

1.2.7.1 Vegetazione e habitat

Dalla disamina della Carta dei tipi forestali ecologicamente coerenti della Lombardia (Del Favero et Al., 2002) e la Carta forestale (2023), reperibile dal Geoportale della Lombardia, la vegetazione potenziale nelle aree di progetto sarebbe tendenzialmente a saliceto di ripa o ad acero-frassineto di fondovalle, come riscontrabile

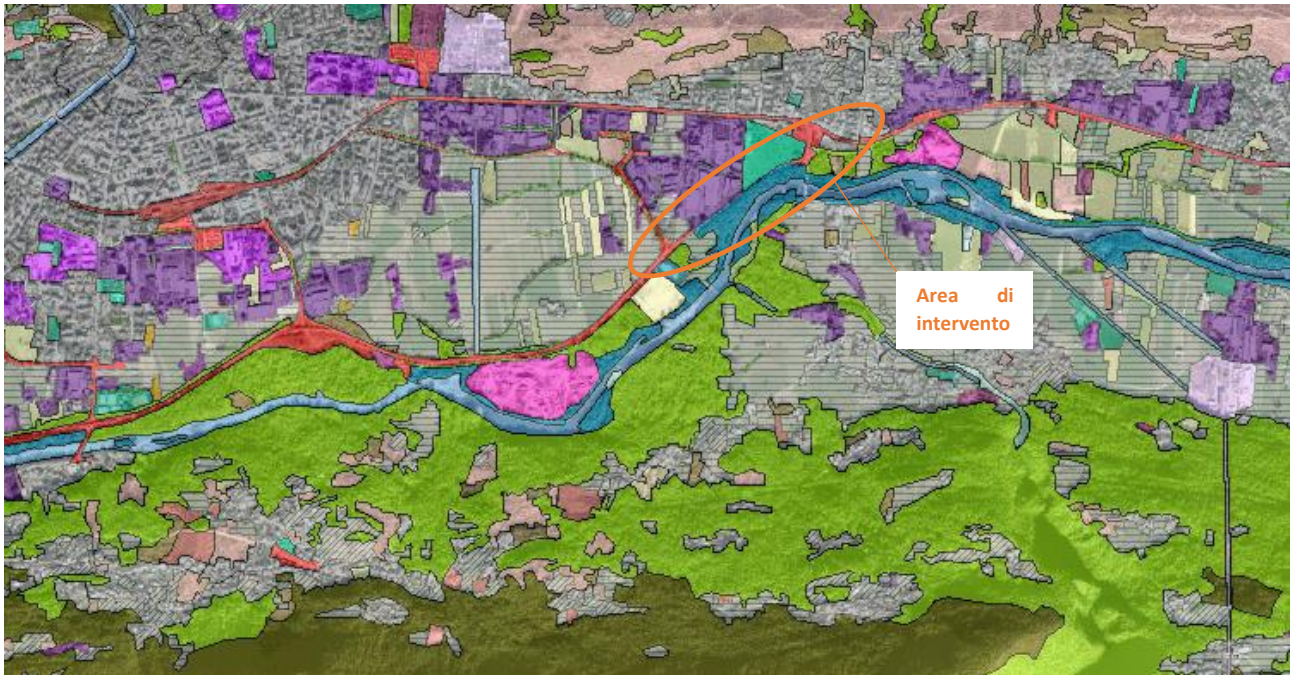
in alcuni tratti in sponda idrografica sinistra. Questi tipologici naturali sono attualmente sostituiti da aree a robinieto misto di formazione antropologica.

Al fine di individuare la tipologia di copertura vegetale si è adoperato anche il DUSAF 7.0 (2021). A partire dall'analisi effettuata negli anni '90, nell'ambito del Programma Europeo Corine Land Cover, Regione Lombardia ha realizzato uno strumento di analisi e monitoraggio dell'uso del suolo omogeneo su tutto il territorio nazionale e condiviso all'interno dell'Infrastruttura per l'Informazione Territoriale (IIT) tramite il Geoportale della Lombardia: Uso e copertura del suolo realizzato in diverse edizioni nell'ambito del progetto DUSAF (Destinazione d'Uso del Suolo Agricolo e Forestale).

L'area di progetto ricade nelle seguenti **tipologie di copertura vegetale: 31111 - Boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo, 2311 - Prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive, 3113 - Formazioni ripariali, 1412 - Aree verdi incolte e 3241 - Cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree.**

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02



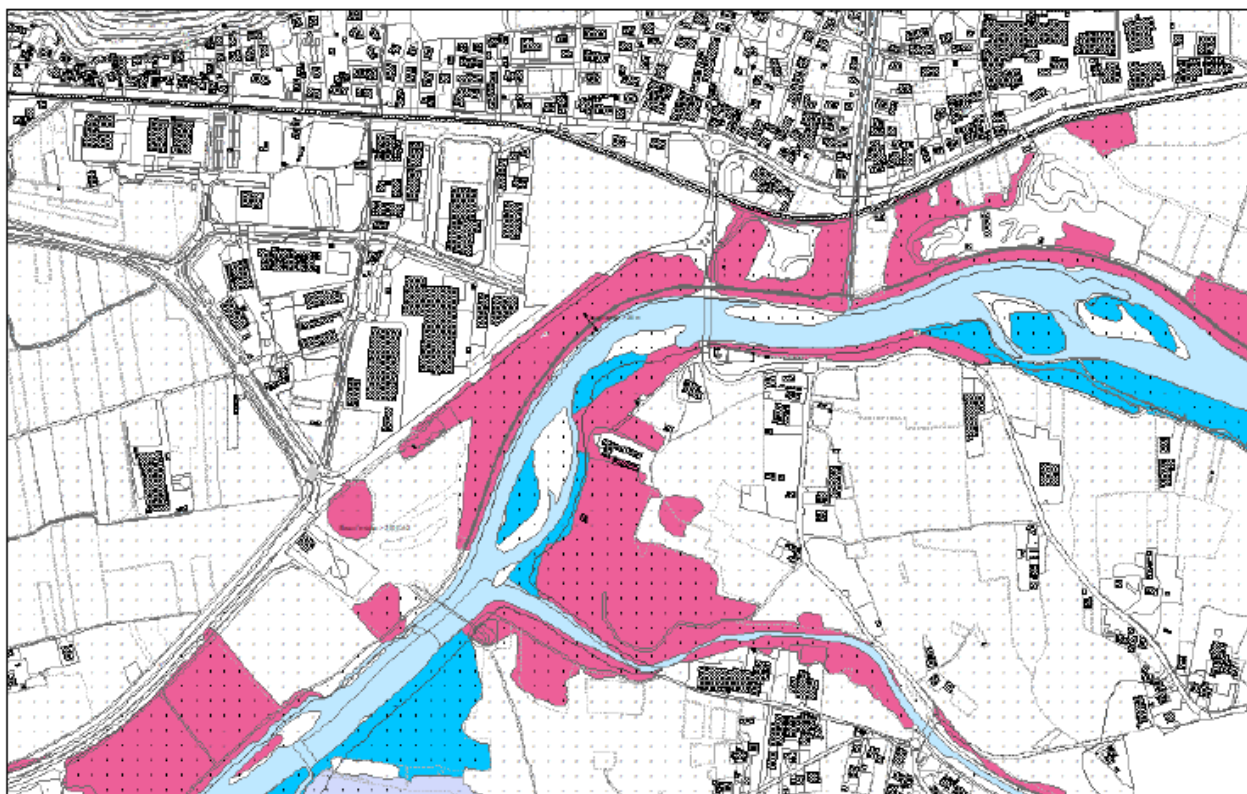
- | | |
|---|--|
| 1111 - Tessuto residenziale continuo denso (>80% - grandi ed. residenziali) | 2311 - Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive |
| 1112 - Tessuto residenziale continuo mediamente denso (>80% - piccoli ed. residenziali) | 2312 - Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse |
| 1121 - Tessuto residenziale discontinuo (50 - 80%) | 2313 - Marcite |
| 1122 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme (30 - 50%) | 3111 - Boschi di latifoglie a densità media e alta |
| 1123 - Tessuto residenziale sparso (10 - 30%) | 31111 - Boschi di latifoglie a densità media e alta gov. ceduo |
| 11231 - Cascine | 31112 - Boschi di latifoglie a densità media e alta gov. fustaia |
| 12111 - Insediamenti industriali, artigianali, commerciali | 3112 - Boschi di latifoglie a densità bassa |
| 12112 - Insediamenti produttivi agricoli | 31121 - Boschi di latifoglie a densità bassa gov. ceduo |
| 12121 - Insediamenti ospedalieri | 31122 - Boschi di latifoglie a densità bassa gov. fustaia |
| 12122 - Impianti pubblici e privati | 3113 - Formazioni ripariali |
| 12123 - Impianti tecnologici | 3114 - Castagneti da frutto |
| 12124 - Cimiteri | 3121 - Boschi conifere a densità media e alta |
| 12125 - Aree militari obliterate | 3122 - Boschi di conifere a densità bassa |
| 12126 - Impianti fotovoltaici a terra | 3131 - Boschi misti a densità media e alta |
| 122 - Reti stradali, ferroviarie e spazi accessori | 31311 - Boschi misti a densità media e alta gov. ceduo |
| 1221 - Reti stradali e spazi accessori | 31312 - Boschi misti a densità media e alta gov. fustaia |
| 1222 - Reti ferroviarie e spazi accessori | 3132 - Boschi misti a densità bassa |
| 123 - Aree portuali | 31321 - Boschi misti a densità bassa gov. ceduo |
| 124 - Aeroporti ed eliporti | 31322 - Boschi misti a densità bassa gov. fustaia |
| 131 - Cave | 314 - Rimboschimenti recenti |
| 132 - Discariche | 3211 - Praterie naturali d'alta quota assenza di specie arboree ed arbustive |
| 133 - Cantieri | 3212 - Praterie naturali d'alta quota con presenza di specie arboree ed arbustive sparse |
| 134 - Aree degradate non utilizzate e non vegetate | 3221 - Cespuglieti |
| 1411 - Parchi e giardini | 3222 - Vegetazione dei greti |
| 1412 - Aree verdi incolte | 3223 - Vegetazione degli argini sopraelevati |
| 1421 - Impianti sportivi | 3241 - Cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree |
| 1422 - Campeggi e strutture turistiche e ricettive | 3242 - Cespuglieti in aree di agricole abbandonate |
| 1423 - Parchi divertimento | 331 - Spiagge, dune ed alvei ghiaiosi |
| 1424 - Aree archeologiche | 332 - Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione |
| 2111 - Seminativi semplici | 333 - Vegetazione rada |
| 2112 - Seminativi arborati | 335 - Ghiacciai e nevai perenni |
| 21131 - Colture orticole a pieno campo | 411 - Vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere |
| 21132 - Colture orticole protette | 511 - Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali |
| 21141 - Colture floro-vivaistiche a pieno campo | 5121 - Bacini idrici naturali |
| 21142 - Colture floro-vivaistiche protette | 5122 - Bacini idrici artificiali |
| 2115 - Orti familiari | 5123 - Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda |
| 213 - Risale | 9999 - N/D |
| 221 - Vigneti | |
| 222 - Frutteti e frutti minori | |
| 223 - Oliveti | |
| 2241 - Pioppeti | |
| 2242 - Altre legnose agrarie | |

Figura 32. Inquadramento tipologia di copertura vegetale (DUSAF 7.0)

È stata redatta anche una relazione forestale (allegato T00IA01AMBRE01) dal Dott. For. Enrico Pozzi di cui vengo riportate alcune informazioni delineanti la caratterizzazione della vegetazione presente in situ. Per informazioni di maggior gradi di dettaglio si rimanda alla stessa.

L'intervento si colloca in un contesto periurbano lungo la direttrice dell'attuale tangenziale di Sondrio. A nord dell'area di intervento prevalgono aree urbane o incolte mentre a sud si ritrovano lembi boscati ed aree agricole. A sud dell'area è presente un tracciato utilizzato sia a livello ciclopedonale e come ippovia. Il tracciato, posto a monte della sponda destra del fiume Adda, rientra nella rete verde europea tratto sentiero Valtellina. Le fasce boscate presenti in questo settore mostrano un'elevata antropizzazione con ampia diffusione delle Formazioni antropogene ed in particolare dei Robinieti.

Si tratta generalmente di formazione che se gestite, vengono ordinariamente governate a ceduo matricinato. Nella più parte dei casi si tratta di formazioni ad evoluzione naturale insediatesi per abbandono colturale su aree precedentemente coltivate.



CATEGORIA FORESTALE PIANO DI INDIRIZZO FORESTALE

- Formazioni antropogene
- Formazioni particolari - Saliceti

Figura 33. Estratto planimetrico categorie forestali Piano di Indirizzo Forestale Comunità Montana Valtellina di Sondrio

Oltre il corso del Fiume Adda, in sinistra idrografica, si ritrovano aree a maggior naturalità alcune delle quali rientranti nella ZPS Bosco dei Bordighi. In sinistra idrografica le aree forestali assumono una maggiore valenza

floristica con presenza di formazioni igrofile. Particolarmente rappresentati sono i saliceti di Salice bianco che costituiscono un'ampia fascia riparia.

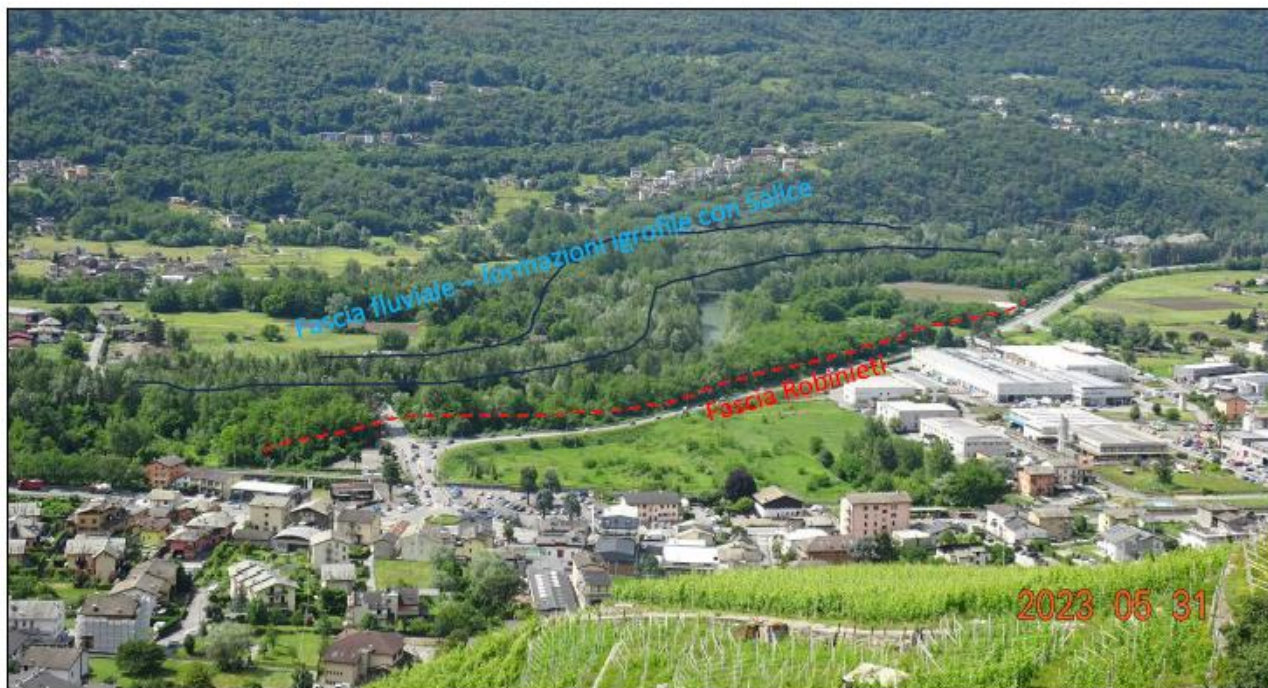


Figura 34. Vista panoramica della fascia fluviale parallela all'area di intervento

Le aree di intervento ricadono nella tipologia forestale dei Robinieti puri, appartenenti alla categoria forestale delle formazioni antropogene. In fase di rilievo si è operato un rilievo di dettaglio del perimetro delle aree boscate, eliminando, rispetto alle planimetrie del piano di indirizzo forestale, le imprecisioni legate a sovrapposizione con elementi esistenti. Si sono inoltre rilevate 2 aree di saggio circolari di raggio 10 m al fine di valutare la composizione della componente arborea presente. Tutte le piante rilevate sono risultate essere monocormiche. Non si sono individuate situazioni policormiche legate ad una possibile passata utilizzazione a ceduo.

A livello qualitativo si tratta di popolamenti arborei non gestiti con copertura colma, densità irregolare. A livello arbustivo si rileva la presenza di Sambuco e Rovo. Localizzata rinnovazione di Acero di monte ed Acero negundo.

Dal 2012 la Comunità Montana Valtellina di Sondrio possiede un proprio Piano di Indirizzo Forestale, approvato con deliberazione n. 12 del 29-03-2012 del Consiglio Provinciale dell'Amministrazione provinciale di Sondrio, che, tra le altre cose, definisce la trasformabilità delle aree boscate.

In generale all'area è attribuita un'elevata valenza naturalistica in virtù della posizione lungo un corridoio fluviale.

Per quanto riguarda gli habitat presenti in corrispondenza dell'area di intervento non vi sono habitat di interesse comunitario, ma all'interno della Riserva Regionale Bosco dei Bordighi, situata a poca distanza, sono distinguibili ben tre habitat protetti:

- 9260 – Boschi di *Castanea sativa*;
- 3240 – Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Salix elaeagnos*;
- 91E0* - Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).



- 9260 – Boschi di *Castanea sativa* ■ 3240 – Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Salix elaeagnos*
■ 91E0* - Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)

Figura 35. Inquadramento habitat di interesse comunitario

I “boschi di *Castanea sativa*” sono boschi acidofili dominati da castagno. L’habitat include i boschi misti con abbondante castagno e i castagneti d’impianto (da frutto e da legno) con sottobosco caratterizzato da una certa naturalità, dei piani bioclimatici mesotemperato (anche submediterraneo) e supratemperato, su substrati da neutri ad acidi, profondi e freschi, talvolta su suoli di matrice carbonatica decarbonatati e su detriti di falda. Sono possibili tipologie molto articolate, da cenosi magro-oligotrofiche assai acide con *Betula*, *Vaccinium*, rovere, ecc., a cenosi fertili con frassino maggiore e altre latifoglie, talvolta ricche di geofite. Tale habitat è soggetto in gran parte a conduzione antropica quale ceduo, fustaia o castagneto da frutto, mentre in piccola parte costituisce formazioni non più soggette a utilizzazione selvicolturale. I castagneti da frutto sono in regressione rispetto al passato e sono stati in gran parte trasformati in cedui, sia per il mutamento delle condizioni socio-economiche nelle aree submontane e montane, che ha determinato l’abbandono, sia perché più resistenti agli attacchi delle malattie crittogamiche. Data la grande estensione di queste cenosi non sono ipotizzabili reali minacce di scomparsa, mentre sono più probabili fenomeni di contrazione e banalizzazione. All’interno della ZPS Riserva Regionale Bosco dei Bordighi quest’habitat ricopre circa l’16% (Standard Data Form: 7,91 ha) del territorio dell’area protetta.

I “fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Salix elaeagnos*” sono formazioni arboreo-arbustive pioniere costituite da boscaglie a salici arbustivi che si sviluppano sui greti ghiaioso-sabbiosi di fiumi con

regime torrentizio e con sensibili variazioni del livello della falda nel corso dell'anno, che impediscono la trasformazione in comunità più evolute e ne rinnovano ciclicamente il corteggio. Le diverse specie di salici, tra le quali *Salix eleagnos* s.s. è considerata la specie guida, sono sempre prevalenti sulle altre specie arboree che si insediano in fasi evolutive più mature; tra gli arbusti, *Hippophaë fluviatilis* (= *H. rhamnoides*) è il più caratteristico indicatore di questo habitat. Il mantenimento (e l'intrinseca dinamica) dell'habitat dipende strettamente dai caratteri idromorfologici dei corsi idrici colonizzati (forme di fondo stabilizzate o settori ripari periodicamente interessati da fenomeni di sommersione più o meno accentuati). È estremamente sensibile a interventi che modificano l'assetto strutturale e idrologico degli ecosistemi fluviali: regimazione fluviale, dragaggio degli alvei fluviali, taglio incontrollato della vegetazione ripariale, realizzazione (o presenza) di bacini idroelettrici o di elementi trasversali interferenti (briglie, sbarramenti). Negli ultimi anni si è registrata una spiccata tendenza ad un aumento di frequenza e intensità dei fenomeni di deposizione atmosferica estremi (*flash flood*) capaci di alterare l'assetto dei letti fluviali in modo intenso e ripetuto in brevi lassi di tempo. All'interno della ZPS Riserva Regionale Bosco dei Bordighi quest'habitat ricopre circa l'1% (Standard Data Form: 0,54 ha) del territorio dell'area protetta.

Le "foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)" sono foreste alluviali, ripariali e paludose di *Alnus sp. pl.*, *Fraxinus excelsior*, *F. oxycarpa* e *Salix sp. pl.* presenti lungo i corsi d'acqua sia nei tratti montani e collinari sia pianiziali o sulle rive dei bacini lacustri e in aree con ristagni non necessariamente collegati alla dinamica fluviale. Si sviluppano su suoli alluvionali spesso inondati o nei quali la falda idrica è superficiale, prevalentemente in macroclima temperato, ma penetrano anche in quello mediterraneo dove l'umidità edafica lo consenta. Le criticità e gli impatti per questo habitat sono legati ai cambiamenti climatici che portano ad attenuazioni della portata di corsi d'acqua e soprattutto delle risorgive; modifiche del regime idrologico; modifiche al reticolo idrogeologico; captazioni d'acqua; pratiche selvicolturali lontane dalla naturalità (ad es. pulizia degli alvei e dei terrazzi fluviali per necessità di gestione dei sistemi idrografici di superficie); costruzioni di infrastrutture (ad es. centrali idroelettriche); eutrofizzazione e inquinamento delle acque; agricoltura (talvolta anche a carattere intensivo) nelle aree limitrofe all'alveo, soprattutto nei fondovalle alpini; utilizzo degli alvei come piste o strade per l'esbosco. Invasione di specie floristiche aliene e/o indicatrici di degrado: *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Phytolacca americana*, *Solidago gigantea*, *Helianthus tuberosus*. La presenza eccessiva di specie animali quali daini, caprioli, cinghiali comportano danno a questo habitat. All'interno della ZPS Riserva Regionale Bosco dei Bordighi quest'habitat ricopre circa l'33% (Standard Data Form: 16,6 ha) del territorio dell'area protetta.

Secondo quanto riportato dallo **Natura 2000 - Standard Data Form**, aggiornato, della ZPS IT2040402 Riserva Regionale Bosco dei Bordighi risultano presenti le seguenti specie vegetali di interesse ma che non detengono uno *status* legale.

Nome scientifico	Nome comune	Strumenti legali internazionali e accordi
<i>Allium ursinum</i>	Aglio orsino	-
<i>Anemone nemorosa</i>	Anemone bianca, Anemone dei boschi	-
<i>Anemone ranunculoides</i>	Anemone giallo	-
<i>Aruncus dioicus</i>	Barba di capra	-
<i>Bistorta officinalis</i>	Persicaria bistorta	-
<i>Campanula patula patula</i>	Campanula bienne	-

Nome scientifico	Nome comune	Strumenti legali internazionali e accordi
<i>Campanula persicifolia</i>	Campanula persicifolia	-
<i>Campanula ranunculoides</i>	Campanula serpeggiante, Campanula falso raponzolo	-
<i>Campanula rotundifolia</i>	Campanula soldanella, Campanula a foglie rotonde	-
<i>Campanula trachelium</i>	Campanula selvatica, Imbutini	-
<i>Carex remota</i>	Carice remota	-
<i>Carex riparia</i>	Carice riparia	-
<i>Corydalis solida solida</i>	Colombina solida, Coridalide solida	-
<i>Daphne mezereum</i>	Dafne mezereo	-
<i>Dianthus carthusianorum</i>	Garofano dei certosini	-
<i>Epipactis helleborine</i>	Elleborine comune, Elleborina comune	Convenzioni internazionali <ul style="list-style-type: none"> • CITES (allegato II) • Regolamento della Commissione (EU) n. 1320/2014
<i>Erythronium dens-canis</i>	Dente di cane	-
<i>Hepatica nobilis</i>	Erba trinità	-
<i>Iris pseudacorus</i>	Giaggiolo acquatico, Iris delle paludi	-
<i>Leucojum vernum</i>	Campanellino	-
<i>Lilium bulbiferum</i>	Giglio rosso	-
<i>Listera ovata</i>	Listera maggiore, Listera ovata	Convenzioni internazionali <ul style="list-style-type: none"> • CITES (allegato II)
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Mazza d'oro comune	-
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Felce penna di struzzo	-
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	Ofioglosso comune	-
<i>Orobanche salviae</i>	Succiamele della salvia, Orobanche della salvia	-
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	Raponzolo montano	-
<i>Phyteuma scheuchzeri</i>	Raponzolo di Scheuchzer	-
<i>Primula hirsuta</i>	Primula irsuta	-
<i>Ranunculus platanifolius</i>	Ranuncolo a foglie di Platano	-
<i>Ranunculus reptans</i>	Ranuncolo reptante	-
<i>Rumex alpinus</i>	Rabarbaro alpino	-
<i>Saxifraga cotyledon</i>	Sassifraga dei graniti	-
<i>Saxifraga cuneifolia cuneifolia</i>	Sassifraga a foglie cuneate	-
<i>Typha latifolia</i>	Stiancia	-
<i>Viola mirabilis</i>	Viola mirabile	-
<i>Viola odorata</i>	Viola mammola	-

Il Piano di Gestione della ZPS Riserva Regionale Bosco dei Bordighi riporta anche le esigenze ecologiche di alcune delle specie floristiche da tutelare con alcuni brevi cenni sul loro habitat abituale. Viene di seguito riportata una tabella riassuntiva dei contenuti del Piano in questione.

Nome scientifico	Nome comune	Descrizione
<i>Allium ursinum</i>	Aglio orsino	Specie molto comune nella ZPS

Nome scientifico	Nome comune	Descrizione
<i>Anemone nemorosa</i>	Anemone bianca, Anemone dei boschi	Specie che predilige sottoboschi chiari di latifoglie e radure ombrose, con terreni ricchi di humus e freschi. Largamente diffusa nella ZPS, in particolare nell'habitat 91E0*. Soggetta a protezione rigorosa dalla nuova L.R. 10/2008 (categoria C1)
<i>Anemone ranunculoides</i>	Anemone giallo	Specie che cresce nei boschi di latifoglie, nelle radure e nei luoghi ombrosi. Soggetta a protezione rigorosa dalla nuova L.R. 10/2008 (categoria C1)
<i>Aruncus dioicus</i>	Barba di capra	Specie che vegeta in boschi umidi e freschi di latifoglie
<i>Bistorta officinalis</i>	Persicaria bistorta	-
<i>Campanula patula patula</i>	Campanula bienne	Specie che cresce nei prati e ai margini dei sentieri
<i>Campanula persicifolia persicifolia</i>	Campanula persicifolia	Specie che cresce nei luoghi in mezz'ombra lievemente umidi. La L.R. 10/2008 la assegna alla categoria C2
<i>Campanula ranunculoides rapunculoides</i>	Campanula serpeggiante, Campanula falso raponzolo	Specie che cresce nei prati e ai margini dei sentieri
<i>Campanula rotundifolia rotundifolia</i>	Campanula soldanella, Campanula a foglie rotonde	Specie che vegeta nei prati asciutti e magri, sui pendii sassosi e sulle rupi
<i>Campanula trachelium trachelium</i>	Campanula selvatica, Imbutini	Specie che cresce in cespuglieti, radure, boschi, e sul ciglio delle strade. La L.R. 10/2008 la assegna alla categoria C2
<i>Carex remota</i>	Carice remota	Specie non comune, igrofila, tipica dei boschi umidi e delle sponde di ruscelli
<i>Carex riparia</i>	Carice riparia	Specie comune negli ambienti acquatici, lungo le rive e sponde di canali, corsi d'acqua, fossi e paludi. Può diffondersi anche nei prati e boschi misti igrofilo. La L.R. 10/2008 la assegna alla categoria C2
<i>Corydalis solida solida</i>	Colombina solida, Coridalide solida	Specie che vegeta al margine dei boschi o in prati scarsamente esposti alla luce diretta del sole
<i>Daphne mezereum</i>	Dafne mezereo	Specie comune nei boschi freschi del piano montano. Soggetta a protezione rigorosa dalla nuova L.R. 10/2008 (categoria C1)
<i>Dianthus carthusianorum</i>	Garofano dei certosini	Specie che vegeta nei prati aridi, pascoli, in ambienti luminosi. Soggetta a protezione rigorosa dalla nuova L.R. 10/2008 (categoria C1)
<i>Epipactis helleborine</i>	Elleborine comune, Elleborina comune	Specie che vegeta su terreni aridi (ai margini dei boschi o lungo i bordi delle strade, sempre in zone soleggiate)
<i>Erythronium dens-canis</i>	Dente di cane	Specie che vegeta nei boschi di latifoglie e nelle radure. La L.R. 10/2008 la assegna alla categoria C2
<i>Hepatica nobilis</i>	Erba trinità	Specie che cresce nei boschi, in luoghi sassosi, nelle siepi
<i>Iris pseudacorus</i>	Giaggiolo acquatico, Iris delle paludi	Specie che cresce in fossi, canali, argini e si associa generalmente alle canne nelle zone paludose. La L.R. 10/2008 la assegna alla categoria C2
<i>Leucojum vernum</i>	Campanellino	Specie tipica di boschi alveali, Irive dei ruscelli, bordi consolidati di paludi e stagni, tendenzialmente piuttosto sciafila. La L.R. 10/2008 la assegna alla categoria C2

Nome scientifico	Nome comune	Descrizione
<i>Lilium bulbiferum</i>	Giglio rosso	Specie che vive lungo le pendici prative umide ed assolate, nelle vegetazioni ad alte erbe, negli arbusteti, nei boschi radi. La L.R. 10/2008 la assegna alla categoria C2
<i>Listera ovata</i>	Listera maggiore, Listera ovata	Specie tipica dei boschi termofili di latifoglie
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Mazza d'oro comune	Specie legata agli ambienti umidi, vive nelle paludi, ai margini dei canneti, nei prati umidi, lungo i fossi ed i corsi d'acqua
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Felce penna di struzzo	Felce rara che vive su terreni umidi e acidi del fondovalle, nella ZPS è presente diffusamente nell'habitat 91E0*. È soggetta a protezione rigorosa dalla nuova L.R. 10/2008 (categoria C1)
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	Ofioglossa comune	Felce rara, che vegeta in prati umidi e torbosi. È soggetta a protezione rigorosa dalla nuova L.R. 10/2008 (categoria C1)
<i>Orobanche salviae</i>	Succiamele della salvia, Orobanche della salvia	Specie parassita
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	Raponzolo montano	Specie che vegeta negli incolti e nei prati
<i>Phyteuma scheuchzeri</i>	Raponzolo di Scheuchzer	Specie che cresce sulle rupi umide e ombrose
<i>Primula hirsuta</i>	Primula irsuta	Specie che vegeta nelle fessure delle rocce. Soggetta a protezione rigorosa dalla nuova L.R. 10/2008 (categoria C1)
<i>Ranunculus platanifolius</i>	Ranuncolo a foglie di Platano	Specie che cresce nei boschi subalpini
<i>Ranunculus reptans</i>	Ranuncolo reptante	Specie che cresce nei prati e ai margini erbosi dei boschi. È soggetta a protezione rigorosa dalla nuova L.R. 10/2008 (categoria C1)
<i>Rumex alpinus</i>	Rabarbaro alpino	Specie che cresce attorno alle malghe su terreni molto azotati
<i>Saxifraga cotyledon</i>	Sassifraga dei graniti	Specie che vegeta sulle rupi, nelle fessure
<i>Saxifraga cuneifolia cuneifolia</i>	Sassifraga a foglie cuneate	Specie che cresce Faggete e castagneti
<i>Typha latifolia</i>	Stiancia	Specie che cresce nei luoghi paludosi, in stagni e i corsi d'acqua
<i>Viola mirabilis</i>	Viola mirabile	Specie che vegeta nei boschi di latifoglie. È soggetta a protezione rigorosa dalla nuova L.R. 10/2008 (categoria C1)
<i>Viola odorata</i>	Viola mammola	Specie che vegeta in luoghi erbosi ai margini dei boschi e lungo le siepi
<p>LR 10/2008 Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea</p> <p>Categoria C1: specie di flora spontanea protette in modo rigoroso, di cui non è possibile neanche la raccolta di uno scapo fiorale.</p> <p>Categoria C2: Ferme restando le limitazioni, le specie di cui è ammessa la raccolta massima di cinquanta esemplari per persona, per giorno di raccolta. Si tratta di fatto di limitazioni più restrittive rispetto al RD, ma giudicate sufficienti per un uso personale (ad es. a scopo liquoristico o medicamentoso). Si limita invece l'uso a scopo industriale, che dovrà basarsi su piante comunque coltivate, anche se possibilmente negli stessi ambienti di vita naturale delle specie, per garantire una buona qualità del prodotto.</p>		

1.2.7.2 Fauna

1.2.7.2.1 Anfibi e Rettili

Il **Natura 2000 - Standard Data Form** della ZPS IT2040402 Riserva Regionale Bosco dei Bordighi riporta le seguenti specie, le quali risultano di importanza in termini di tutela e conservazione, ma ricadenti in

altre normative, convenzioni, accordi, ecc. diverse dalla Direttiva 2009/147/EC (Direttiva Uccelli) e della Direttiva 92/43/EEC (Direttiva Habitat).

Codice	Nome scientifico	Nome comune	Strumenti legali internazionali e accordi
Anfibi			
-	<i>Bufo bufo</i>	Rospo comune	<ul style="list-style-type: none"> Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
	<i>Rana synk. Esculenta</i>	Rana esculenta	-
1213	<i>Rana temporaria</i>	Rana alpina o rana montana, Rana rossa	<ul style="list-style-type: none"> Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato V) Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
	<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra pezzata	<ul style="list-style-type: none"> Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
Rettili			
1281	<i>Elaphe longissima</i>	Saettone comune	<ul style="list-style-type: none"> Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato IV) Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato II)
	<i>Hierophis viridiflavus</i>	Biacco	Convenzioni internazionali
	<i>Lacerta bilineata</i>	Ramarro	<ul style="list-style-type: none"> Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato IV) Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
	<i>Natrix natrix</i>	Natrice dal collare	<ul style="list-style-type: none"> Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
1256	<i>Podarcis muralis</i>	Lucertola muraiola	<ul style="list-style-type: none"> Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato IV) Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato II)

Nel Piano di Gestione viene riportato che, per la redazione dello stesso, fu effettuato nel 1998 uno studio naturalistico, in cui venne segnalata la presenza del gruppo delle Rane verdi (*Rana synk. esculenta*). Tutte le specie di anfibi e rettili, indicate nello Standard Data Form, sono state osservate con regolarità nella ZPS negli

ultimi 15 anni antecedenti la pubblicazione dell'Atlante degli Anfibi e dei Rettili di Lombardia (Bernini et al., 2004), in cui sono state riportate.

Il tratto terminale del Torrente Veniva costituiva, al tempo della redazione del PdG, un'importante zona riproduttiva per il Rospo comune, Rana esculenta e Rana temporaria. L'estensione di questo alveo stata ridotta fortemente a seguito di lavori di svaso eseguiti in passato per motivi di sicurezza.

Per quanto riguarda la Raganella italiana (*Hyla intermedia*), nonostante la mappa del sopra citato Atlante induca a pensare che sia presente, non esistono notizie o osservazioni dirette della specie. Tuttavia, esperti locali la segnalavano, lungo l'Adda, sia a valle (Albosaggia) sia a monte (Faedo) della Riserva Naturale (Scieghi G., comunicazione personale). Di conseguenza la sua presenza anche nel Bosco dei Bordighi è da ritenersi piuttosto probabile.

1.2.7.2.2 Pesci

Secondo la Carta Ittica di Sondrio, nel bacino dell'Adda valtellinese esistono attualmente almeno 27 specie ittiche autoctone, delle quali 2 endemiche; sono inoltre presenti 10 specie non autoctone.

Si può perciò affermare che l'ittiofauna del bacino dell'Adda sopralacuale presenta ancora un buon grado di biodiversità, in particolare se confrontata con quella di altri corsi d'acqua regionali.

Per gli ambienti fluviali è di particolare rilievo la consistente presenza del temolo e della trota marmorata, due specie indicatrici di buona qualità delle acque che, in questo tratto dell'Adda, trovano una delle aree di maggiore presenza di tutto il bacino del Po (Dati 2006).

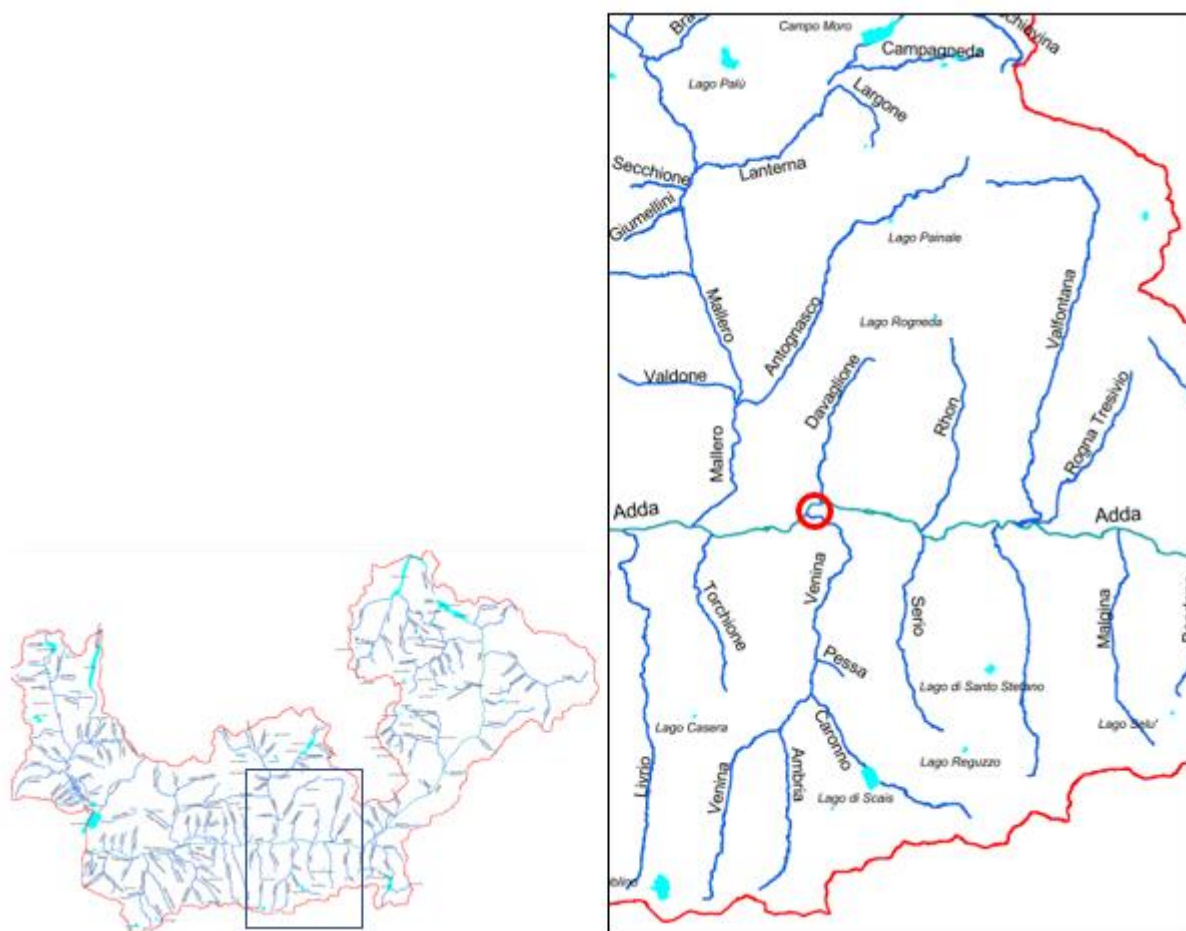


Figura 36. Mappa corpi idrici di interesse ittico (Piano Ittico della provincia di Sondrio)

Considerando gli obiettivi per la tutela dell’ittiofauna e per la gestione della pesca, perseguiti dalla legge regionale, l’area di cantiere è localizzabile in corrispondenza di zona classificata come “acque di pregio ittico potenziale”.

Si tratta di corpi idrici naturali o paraturali che possono potenzialmente sostenere popolazioni di specie ittiche di interesse conservazionistico oppure comunità ittiche di specie autoctone equilibrate ed in grado di riprodursi in modo naturale. In queste zone esistono alterazioni ambientali mitigabili o rimosibili mediante le azioni di ripristino ambientale e di gestione faunistica indicate nel Piano Ittico.

A questa categoria appartengono i tratti fluviali dell’Adda in cui sono presenti delle popolazioni di temolo, trota marmorata, trota lacustre e scazzone, ma in cui esistono anche alterazioni ambientali che non consentono la sopravvivenza di comunità ittiche equilibrate ed in grado di automantenersi senza periodici interventi di ripopolamento.

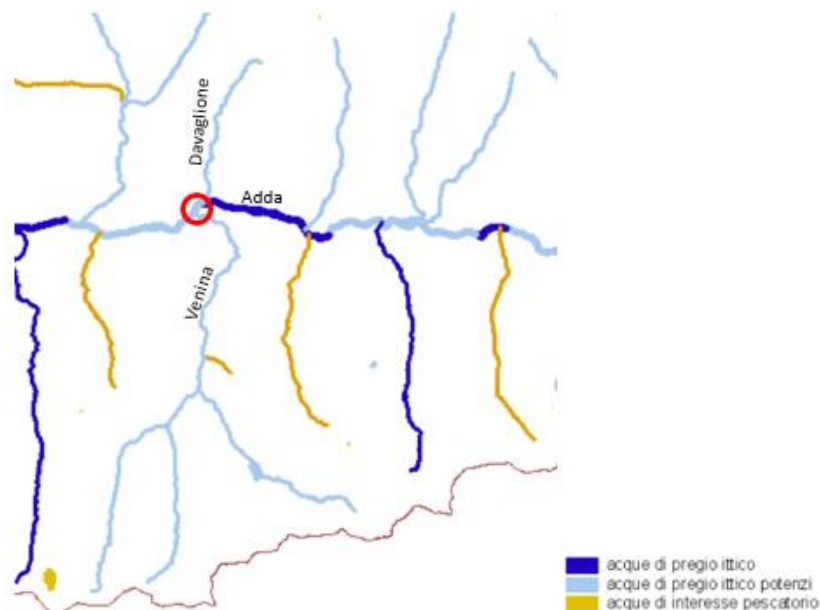


Figura 37. Mappa classificazione acque (Piano Ittico della provincia di Sondrio)

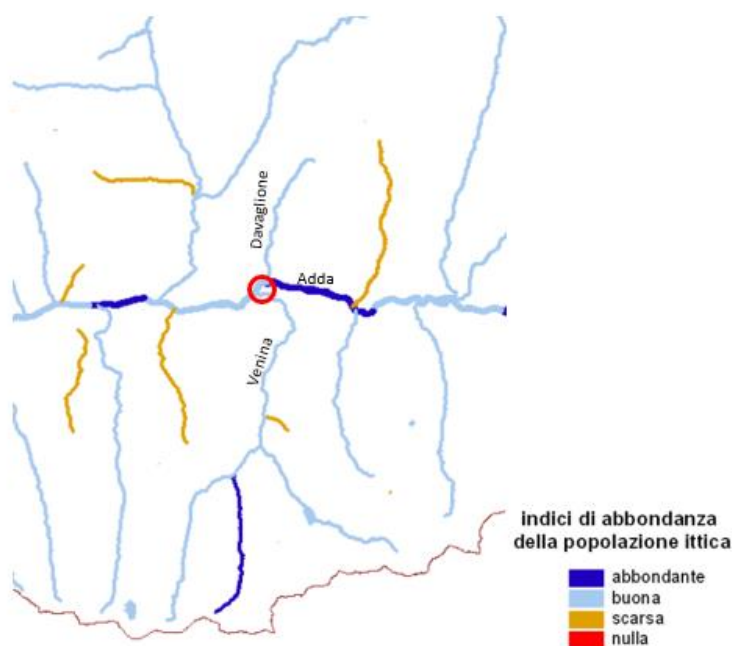


Figura 38. Mappa indici di abbondanza ittica (Piano Ittico della provincia di Sondrio)

Le caratteristiche morfologiche ed ecologiche prevalenti, di tipo torrentizio e fluviale, determinano il fatto che l'ittiofauna della provincia di Sondrio sia formata in massima parte da specie appartenenti alla famiglia dei salmonidi ed al raggruppamento dei ciprinidi "reofili", cioè adattati alla vita in acque correnti. Per questo motivo i taxa più diffusi sono rappresentati dalle unità sistematiche: trota fario, trota marmorata, trota iridea, temolo, salmerino alpino, vairone, barbo, sanguinerola, scazzone.

La presenza significativa di habitat di tipo lotico, costituiti dal lago di Mezzola, dal Pozzo di Riva e dai tratti finali dei fiumi Adda e Mera, offrono però condizioni adatte alla vita di molte specie ittiche tipiche delle aree di pianura. Infatti, dal punto di vista qualitativo, l'ittiofauna della provincia di Sondrio comprende ben 27 taxa autoctoni a fronte dei 36 segnalati nella regione Lombardia.

Sono inoltre presenti 10 taxa alloctoni dei quali 6 vengono considerati dalla regione Lombardia "come non dannosi per l'equilibrio delle comunità indigene" (lavarello, salmerino di fonte, trota iridea, carpa, persico sole).

Fra le considerazioni generali sulla fauna ittica della provincia di Sondrio va infine ricordata la rilevanza dei ripopolamenti di salmonidi attuati dalla società di pescatori sportivi UPS. Questa pratica dagli effetti controversi, ha comunque determinato la diffusione, soprattutto della trota fario, in un areale molto più ampio di quello originario di tale specie. Inoltre i ripopolamenti hanno permesso la conservazione di due specie di particolare pregio: il temolo e la trota marmorata.

Fra le 27 specie ittiche autoctone individuate nelle acque della provincia di Sondrio esistono 16 unità sistematiche che presentano un interesse di tipo naturalistico e conservazionistico, sulla base dalla direttiva CEE 92/43 (all. II e IV), che definisce il progetto Rete Europea Natura 2000 e dalla Carta Naturalistica della Lombardia.

La presenza delle specie ittiche di interesse conservazionistico, costituisce un importante elemento di valutazione, necessario per l'attribuzione delle acque provinciali alle diverse categorie di pregio ittico e di pregio ittico potenziale, definite dal Documento tecnico regionale per la gestione ittica.

Tabella 11. Elenco delle specie ittiche in provincia di Sondrio

Famiglia	Specie	Nome comune	Specie autoctona	Specie di interesse conservazionistico (*)	note
SALMONIDAE	<i>Coregonus "forma ibrida"</i>	lavarello			Mezzola
	<i>Salmo (trutta) fario</i>	Trota fario	X		
	<i>Salmo (trutta) lacustris</i>	Trota lacustre	X	X	
	<i>Salmo (trutta) marmoratus</i>	Trota marmorata	X	X	
	<i>Thymallus thymallus</i>	Temolo	X	X	
	<i>Salvelinus alpinus</i>	Salmerino alpino	X	X	
	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Salmerino di fonte			
	<i>Salvelinus namaycush</i>	Salmerino canadese			
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trota iridea			
ACIPENSERIDAE	<i>Acipenser sp.</i>	Storione	X		occasionale

Famiglia	Specie	Nome comune	Specie autoctona	Specie di interesse conservazionistico (*)	note
CLUPEIDAE	<i>Alosa fallax lacustris</i>	Agone	X	X	Mezzola
CYPRINIDAE	<i>Abramis brama</i>	Abramide			Mezzola
	<i>Alburnus alburnus alborella</i>	Alborella	X	X	Mezzola
	<i>Barbus barbus plebejus</i>	Barbo	X	X	
	<i>Carassius carassius</i>	Carassio			Mezzola
	<i>Condrostoma soetta</i>	Savetta	X	X	Mezzola
	<i>Cyprinus carpius</i>	Carpa	X		Mezzola
	<i>Gobio gobio</i>	Gobione	X		Mezzola
	<i>Leuciscus cephalus cabeda</i>	Cavedano	X		
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Sanguinerola	X		
	<i>Leuciscus souffia muticellus</i>	Vairone	X	X	
	<i>Rutilus pigus</i>	Pigo	X	X	Mezzola
	<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	Triotto	X	X	Mezzola
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Scardola	X		
	<i>Tinca tinca</i>	Tinca	X		
GADIDAE	<i>Lota lota</i>	Bottatrice	X	X	
ESOCIDAE	<i>Esox lucius</i>	Luccio	X		
GOBIDAE	<i>Padogobius martensi</i>	Ghiozzo padano	X	X	Mezzola
COTTIDAE	<i>Cottus gobio</i>	Scazone	X	X	
PERCIDAE	<i>Perca fluviatilis</i>	Persico reale	X		
	<i>Stizosteidon lucioperca</i>	Lucioperca			Mezzola
COBITIDAE	<i>Cobitis taenia</i>	Cobite comune	X	X	
	<i>Sabanajewia larvata</i>	Cobite mascherato	X	X	Mezzola
ICTALURIDAE	<i>Ictalurus sp.</i>	Pesce gatto			
CENTRARCHIDAE	<i>Lepomis gibbosus</i>	Persico sole			
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguilla	X		

(*) definite in base alla direttiva CEE 92/43 (all. II e IV) ed alla Carta Naturalistica della Lombardia

La seguente tabella rappresenta la distribuzione delle specie ittiche di interesse conservazionistico nel fiume Adda (fonte: Carta ittica e Piano Ittico della provincia di Sondrio).

Tabella 12. Elenco delle specie ittiche nel fiume Adda (fonte: Carta ittica e Piano Ittico della provincia di Sondrio)

Corpo idrico	Specie ittiche di interesse conservazionistico
Fiume Adda	Direttiva CEE 92/43 (all. II e IV) ed alla Carta Naturalistica della Lombardia Barbo comune, vairone, triotto, trota lacustre, trota marmorata, temolo, scazzone

Secondo quanto riportato dallo **Natura 2000 - Standard Data Form**, aggiornato, della ZPS IT2040402 Riserva Regionale Bosco dei Bordighi risultano presenti le seguenti specie in cui si fa riferimento nell'articolo 4 della Direttiva 2009/147/EC e inserite in lista nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC:

- *Cottus gobio* (Scazzone), cod. 1163;
- *Salmo marmoratus* (Trota marmorata), cod. 1107;
- *Telestes muticellus* (Vairone), cod. 5331.

Risultano di importanza in termini di tutela e conservazione, ma ricadenti in altre normative, convenzioni, accordi, ecc., le seguenti specie riportate.

Codice	Nome scientifico	Nome comune	Strumenti legali internazionali e accordi
-	Leuciscus cephalus (sinonimo di <i>Squalius cephalus</i>)	Cavedano europeo	-
-	Salmo [trutta] trutta	Trota	-
1109	Thymallus thymallus	Temolo	<ul style="list-style-type: none"> • Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato V); • Convenzione della fauna selvatica e degli habitat naturali Europei (Allegato III); • Convenzione per la Protezione degli Ambienti Marini dell'Area del Mar Baltico

Il Piano di Gestione della ZPS riporta quanto già descritto e indica che, per quanto la sponda del fiume segni il confine del sito Natura 2000, tutte queste specie usufruiscono in alcuni periodi del loro ciclo vitale anche corpi d'acqua inclusi nell'area protetta, in particolare nel punto in cui sfocia in Adda il torrente Venina. Per quest'ultimo, infine, il Piano Ittico indica la presenza di trota fario, trota iridea, vairone e scazzone. La profondità e la qualità delle sue acque possono fornire rifugio alle specie ittiche presenti in Adda durante fenomeni di apporto abnorme di materiale limoso in sospensione.



Figura 39. Foce del torrente Venina fotografata nell'aprile 2009 (PdG ZPS IT2040402 Riserva Regionale Bosco dei Bordighi)

1.2.7.2.3 Uccelli

Dal **Natura 2000 - Standard Data Form** della ZPS Riserva Regionale Bosco dei Bordighi risultano presenti 91 specie di uccelli di cui si fa riferimento nell'articolo 4 della Direttiva 2009/147/EC e inserite in lista nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC. Viene riportato l'elenco nella successiva tabella con le caratteristiche tipologiche delle popolazioni presenti nell'area protetta (svernante, stanziale, nidificante, concentrazione).

Codice	Nome scientifico	Nome comune	Tipo
A085	<i>Accipiter gentilis</i>	Astore	Svernante
A086	<i>Accipiter nisus</i>	Sparviere	Stanziale
A296	<i>Acrocephalus palustris</i>	Cannaiola verdognola	Nidificante
A297	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Cannaiola	Nidificante
A168	<i>Actitis hypoleuco</i>	Piro-piro piccolo	Nidificante
A324	<i>Aegithalos caudatus</i>	Codibugnolo	Stanziale
A247	<i>Alauda arvensis</i>	Allodola	Nidificante
A229	<i>Alcedo atthis</i>	Martin pescatore	Stanziale
A053	<i>Anas platyrhynchos</i>	Germano reale	Svernante, Nidificante, Concentrazione

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02

Codice	Nome scientifico	Nome comune	Tipo
A257	<i>Anthus pratensis</i>	Pispola	Svernante
A259	<i>Anthus spinoletta</i>	Spioncello Alpino	Svernante, Concentrato
A256	<i>Anthus trivialis</i>	Prispolone	Concentrazione
A226	<i>Apus apus</i>	Rondone	Nidificante, Concentrazione
A028	<i>Ardea cinerea</i>	Airone cenerino	Svernante
A221	<i>Asio otus</i>	Gufo comune	Svernante, Concentrazione
A218	<i>Athene noctua</i>	Civetta	Stanziale
A087	<i>Buteo buteo</i>	Poiana	Stanziale, Concentrazione
A364	<i>Carduelis carduelis</i>	Cardellino	Svernante, Nidificante, Concentrazione
A363	<i>Carduelis chloris</i>	Verdone	Svernante, Nidificante, Concentrazione
A368	<i>Carduelis flammea</i>	Organetto	Svernante
A365	<i>Carduelis spinus</i>	Lucarino	Svernante, Concentrazione
A335	<i>Certhia brachydactyla</i>	Rampichino	Stanziale
A334	<i>Certhia familiaris</i>	Rampichino alpestre	Svernante
A136	<i>Charadrius dubius</i>	Corriere piccolo	Nidificante
A264	<i>Cinclus cinclus</i>	Merlo acquaiolo	Svernante, Stanziale, Nidificante
A084	<i>Circus pygargus</i>	Albanella minore	Concentrazione
A373	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Frosone	Svernante
A208	<i>Columba palumbus</i>	Colombaccio	Nidificante
A350	<i>Corvus corax</i>	Corvo imperiale	Svernante
A349	<i>Corvus corone</i>	Cornacchia	Svernante, Stanziale, Nidificante
A348	<i>Corvus frugilegus</i>	Corvo	Svernante
A212	<i>Cuculus canorus</i>	Cuculo	Nidificante, Concentrazione
A036	<i>Cygnus olor</i>	Cigno reale	Svernante
A253	<i>Delichon urbica</i>	Balestruccio	Nidificante, Concentrazione
A237	<i>Dendrocopos major</i>	Picchio rosso maggiore	Stanziale
A236	<i>Dryocopus martius</i>	Picchio nero	Concentrazione
A026	<i>Egretta garzetta</i>	Garzetta	Concentrazione
A378	<i>Emberiza cia</i>	Zigolo muciatto	Svernante
A376	<i>Emberiza citrinella</i>	Zigolo giallo	Nidificante
A269	<i>Erithacus rubecula</i>	Pettirosso	Svernante, Nidificante, Concentrazione
A098	<i>Falco columbarius</i>	Smeriglio	Svernante
A096	<i>Falco tinnunculus</i>	Gheppio	Stanziale
A322	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Balia nera	Concentrazione
A359	<i>Fringilla coelebs</i>	Fringuello	Svernante, Stanziale, Nidificante, Concentrazione
A360	<i>Fringilla montifringilla</i>	Peppola	Svernante, Concentrazione
A125	<i>Fulica atra</i>	Folaga	Concentrazione
A153	<i>Gallinago gallinago</i>	Beccaccino	Svernante
A123	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinella d'acqua	Nidificante
A342	<i>Garrulus glandarius</i>	Ghiandaia	Stanziale
A300	<i>Hippolais polyglotta</i>	Canapino	Nidificante
A251	<i>Hirundo rustica</i>	Rondine	Nidificante
A233	<i>Jynx torquilla</i>	Torcicollo	Nidificante
A338	<i>Lanius collurio</i>	Averla piccola	Nidificante, Concentrazione
A179	<i>Larus ridibundus</i>	Gabbiano comune	Svernante
A369	<i>Loxia curvirostra</i>	Crociere	Svernante

Codice	Nome scientifico	Nome comune	Tipo
A271	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Usignolo	Nidificante
A073	<i>Milvus migrans</i>	Nibbio bruno	Concentrazione
A262	<i>Motacilla alba</i>	Ballerina bianca	Stanziale, Svernante, Nidificante
A261	<i>Motacilla cinerea</i>	Ballerina gialla	Stanziale, Svernante, Nidificante
A260	<i>Motacilla flava</i>	Cutrettola	Concentrazione
A319	<i>Muscicapa striata</i>	Pigliamosche	Nidificante, Concentrazione
A023	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Nitticora	Concentrazione
A277	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Culbianco	Concentrazione
A337	<i>Oriolus oriolus</i>	Rigogolo	Nidificante
A328	<i>Parus ater</i>	Cincia mora	Nidificante, Svernante
A329	<i>Parus caeruleus</i>	Cinciarella	Stanziale
A330	<i>Parus major</i>	Cinciallegra	Stanziale
A325	<i>Parus palustris</i>	Cincia bigia	Stanziale
A354	<i>Passer domesticus</i>	Passera europea	Stanziale
A356	<i>Passer montanus</i>	Passera mattugia	Stanziale
A072	<i>Pernis apivorus</i>	Falco pecchiaiolo	Concentrazione
A017	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Marangone	Concentrazione, Svernante
A115	<i>Phasianus colchicus</i>	Fagiano comune	Stanziale
A273	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Codirosso spazzacamino	Svernante
A274	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Codirosso	Nidificante
A313	<i>Phylloscopus bonelli</i>	Luí bianco	Concentrazione, Nidificante
A315	<i>Phylloscopus collybita</i>	Luí piccolo	Svernante, Concentrazione, Nidificante
A314	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Luí verde	Concentrazione
A316	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Luí grosso	Concentrazione
A235	<i>Picus viridis</i>	Picchio verde	Stanziale
A267	<i>Prunella collaris</i>	Sordone	Svernante
A266	<i>Prunella modularis</i>	Passera scopaiola	Concentrazione, Svernante
A250	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Rondine montana	Concentrazione
A372	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Ciuffolotto	Svernante
A318	<i>Regulus ignicapillus</i>	Fiorrancino	Nidificante, Concentrazione, Stanziale
A317	<i>Regulus regulus</i>	Regolo	Svernante
A249	<i>Riparia riparia</i>	Topino	Nidificante
A276	<i>Saxicola torquata</i>	Saltimpalo	Nidificante
A155	<i>Scolopax rusticola</i>	Beccaccia	Svernante
A362	<i>Serinus citrinella</i>	Venturone	Svernante
A361	<i>Serinus serinus</i>	Verzellino	Svernante, Stanziale, Nidificante
A332	<i>Sitta europaea</i>	Picchio muratore	Stanziale
A209	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortora dal collare	Stanziale
A210	<i>Streptopelia turtur</i>	Tortora	Nidificante
A219	<i>Strix aluco</i>	Allocco	Stanziale
A351	<i>Sturnus vulgaris</i>	Storno	Svernante, Nidificante
A311	<i>Sylvia atricapilla</i>	Capinera	Svernante, Stanziale, Nidificante, Concentrazione
A310	<i>Sylvia borin</i>	Beccafico	Nidificante
A309	<i>Sylvia communis</i>	Sterpazzola	Nidificante
A004	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Tuffetto	Stanziale
A265	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Scricciolo	Svernante, Stanziale, Nidificante, Concentrazione
A286	<i>Turdus iliacus</i>	Tordo sassello	Concentrazione
A283	<i>Turdus merula</i>	Merlo	Svernante, Stanziale, Nidificante, Concentrazione

Codice	Nome scientifico	Nome comune	Tipo
A285	<i>Turdus philomelos</i>	Tordo bottaccio	Concentrazione
A284	<i>Turdus pilaris</i>	Cesena	Svernante, Nidificante
A282	<i>Turdus torquatus</i>	Merlo dal collare	Svernante, Stanziale, Nidificante, Concentrazione
A287	<i>Turdus viscivorus</i>	Tordela	Svernante
A213	<i>Tyto alba</i>	Barbagianni	Stanziale
A232	<i>Upupa epops</i>	Upupa	Nidificante

Le specie nidificanti certe o probabili sono 45, pari a circa il 23% delle 197 specie nidificanti certe in Lombardia (Brichetti & Fasola, 1990) e al circa 17,4% delle 260 specie di cui è nota la nidificazione in Italia (Brichetti e Massa, 1998).

Tra i nidificatori il **PdG indica la presenza di:**

- Averla piccola (*Lanius collurio*), suffragata da alcune osservazioni dirette avvenute circa tra il 1994 e il 2009: una coppia della specie è stata osservata durante le attività di nidificazione;
- Martin pescatore (*Alcedo atthis*), suffragata da numerose osservazioni avvenute circa tra il 1994 e il 2009;
- Sparviere (*Accipiter nisus*) e Poiana (*Buteo buteo*) sono certamente nidificanti e sono stati spesso osservati direttamente o rinvenuti segnali inconfutabili della loro presenza;
- Gheppio (*Falco tinnunculus*) e Falco pecchiaiolo, di cui non esistono osservazioni certe della loro presenza nel sito come nidificanti, anche se è da ritenersi probabile;
- Allocco (*Strix aluco*) e Civetta (*Athene noctua*) sono accertati nidificanti. Non esistono informazioni recenti sui Barbagianni (*Tyto alba*);
- Picchio rosso maggiore (*Picoides major*), Picchio verde (*Picus viridis*) e Torcicollo (*Jynx torquilla*) risultano presenti con popolazioni nidificanti molto ben rappresentate grazie alla conformazione del territorio che fornisce abbondantemente siti di nidificazione e cibo.

Per quanto riguarda le specie migratrici frequentanti il sito durante i periodi di passo, il PdG segnala i seguenti:

- Albanella minore (*Circus pygargus*) e Smeriglio (*Falco columbarius*) sono stati osservati con frequenze irregolari, mentre gli avvistamenti di Nibbio bruno (*Milvus migrans*) e Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*) sono accaduti con cadenza più regolare;
- Garzetta (*Egretta garzetta*) e Nitticora (*Nycticorax nycticorax*) di cui sono stati avvistati alcuni esemplari.

Fra le specie che frequentano il sito durante la stagione invernale, il Picchio nero (*Dryocopus martius*) stato avvistato verso la fine di marzo.

Sono stati reperiti, inoltre, i dati relativi ai censimenti annuali (2019-2022) degli uccelli acquatici dell'**International Waterbird Census (IWC)**, promosso da Wetlands International. L'IWC è uno schema di monitoraggio dedicato a queste specie di uccelli e applicato durante l'inverno. Questo viene svolto

attualmente in 143 paesi differenti, raggruppati all'interno di cinque "schemi regionali" che rappresentano le principali *flyways*³ a livello globale: Africa-Eurasia, Asia-Pacific, Caribbean, Neotropics, Central America.

Le zone umide sono una delle tipologie di ecosistemi più importanti a livello globale per l'elevatissima biodiversità che ospitano e per gli insostituibili servizi ecosistemici che forniscono. Una componente cruciale di questi ecosistemi è certamente rappresentata dagli uccelli acquatici, che, oltre a caratterizzare la componente biologica di molte di tali aree, svolgono anche funzioni di basilare importanza, quali per esempio quelle legate al ciclo dei nutrienti e alla dispersione di altre specie vegetali e animali. Gli uccelli sono generalmente degli **ottimi indicatori ambientali**: la loro sensibilità alle variazioni ambientali nei contesti di presenza e la rapidità delle loro reazioni li rende degli ottimi bioindicatori. Essi sono infatti utilizzati molto spesso per valutare gli effetti di politiche o strategie o variazioni ambientali.

In questo contesto, anche la presenza, l'abbondanza e l'andamento nel tempo degli uccelli acquatici e delle loro popolazioni possono fornire molte indicazioni sulla salute e la qualità ambientale di una zona umida.

Essi, inoltre, forniscono opportunità alimentari, ricreative, fruibili di vario tipo alle popolazioni (umane) locali, rappresentando una risorsa rilevante anche da un punto di vista economico. Per tutte queste ragioni, il loro monitoraggio appare particolarmente rilevante e da ormai lungo tempo viene svolto in maniera sempre più coordinata a livello internazionale. Quest'ultimo aspetto è basilare, dal momento che la stragrande maggioranza delle specie si sposta attraverso una molteplicità di paesi, attraversando ogni anno svariati confini nazionali e, spesso, continenti differenti.

La stazione per l'IWC adoperata per il censimento annuale, più vicina all'area di progetto, quella con il codice SO0102 – Località Fiume Adda, Piateda-Berbenno: si tratta di un'area che, partendo da ponte di Piateda fino alla stazione ferroviaria di Berbenno Valtellina, attraversa i comuni di Montagna in Valtellina, Sondrio, Albosaggia, Castione Andevenno, Caiolo, Cedrasco, Postadesio, Fusine, Berbenno Valtellina.

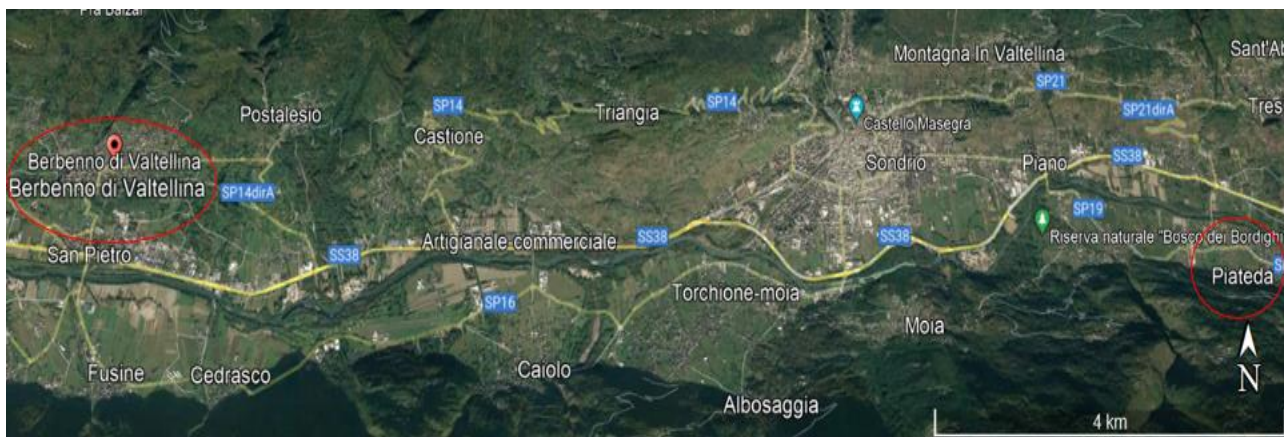


Figura 40. Inquadramento area di censimento dell'International Waterbird Census

³ rotta migratoria regolarmente utilizzata dagli uccelli per gli spostamenti tra le aree di nidificazione e i quartieri di svernamento e/o viceversa

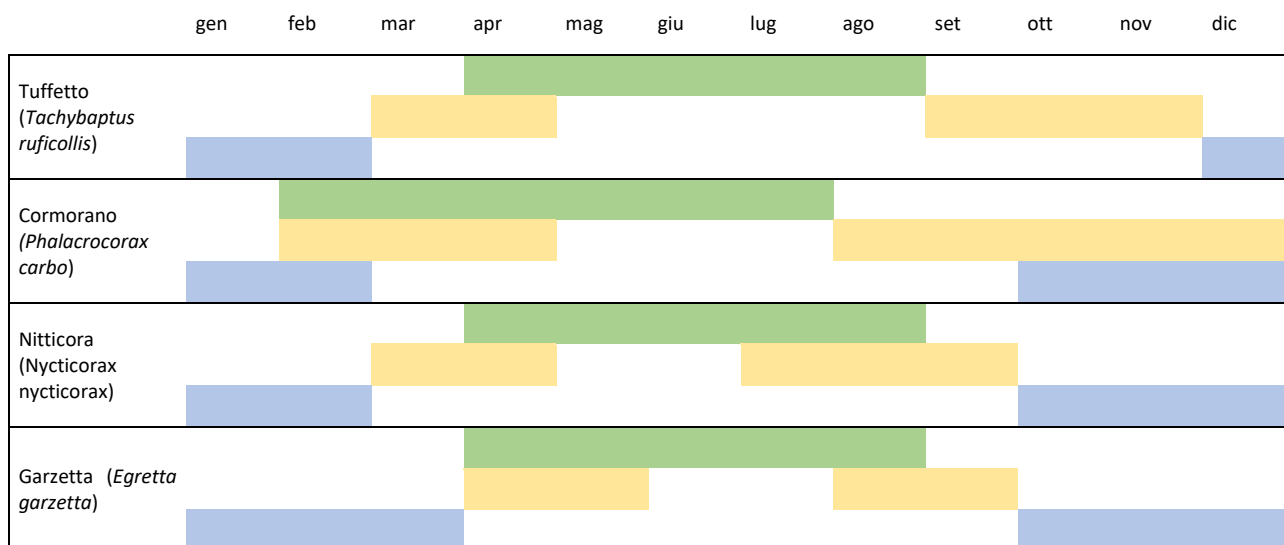
Tra il 2019 e il 2022, nella suddetta stazione, sono state osservate 7 specie di uccelli acquatici (Tuffetto, Cormorano, Cigno reale, Germano reale, Smergo maggiore, Airone cenerino e Gabbiano comune). Vengono di seguito riportati i dati riportati dai relativi report dell'IWC.

	Tuffetto (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)	Cormorano (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	Cigno reale (<i>Cygnus olor</i>)	Germano reale (<i>Anas platyrhynchos</i>)	Smergo maggiore (<i>Mergus merganser</i>)	Airone cenerino (<i>Ardea cinerea</i>)	Gabbiano comune (<i>Larus ridibundus</i>)
2019	1	3	6	11	25		
2020	2	5	1	41	5	8	
2021	2	2		40	9		
2022				135	3	9	3

Nel 2019 la specie preponderante è risultata essere lo Smergo maggiore, mentre per gli anni successivi è stato il Germano reale. Le altre specie riportate in tabella risultano per tutti gli anni poco presenti (avvistamenti inferiori a undici o pari a zero). L'anno 2021, a causa delle restrizioni per Covid-19, è stato realizzato un censimento parziale, mantenendo comunque la metodologia adottata gli anni precedenti per consentire un confronto diretto tra i dati storici. Nel 2022 il censimento è stato svolto con completezza, ma l'inverno particolarmente mite e asciutto ha sfavorito l'abbondanza di uccelli acquatici svernanti: gennaio 2022 si è collocato tra gli inverni con meno uccelli acquatici svernanti in Lombardia.

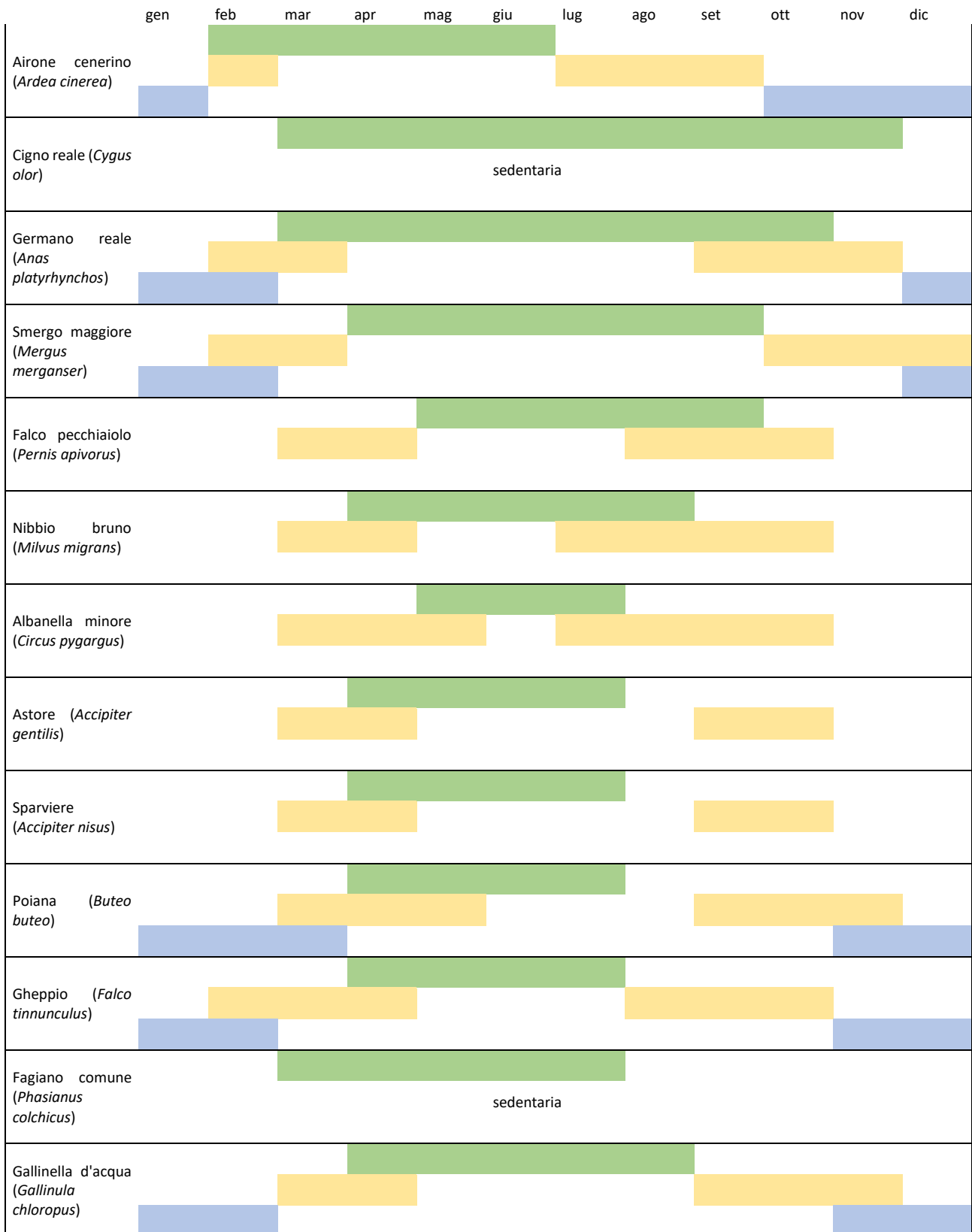
Gli uccelli generalmente si riproducono nei mesi primaverili-estivi con alcune discrepanze temporali a seconda della specie e delle esigenze riproduttive della stessa. Viene di seguito riportato uno schema generale in forma tabellare in cui viene inserito il periodo di riproduzione, migrazione e svernamento dell'Avifauna presente nell'area di intervento.

Tabella 13. Schema generale del periodo di riproduzione (verde), migrazione (giallo) e svernamento (azzurro) dell'Avifauna lombarda presente nell'area di intervento (fonte: La fauna selvatica in Lombardia. Rapporto su distribuzione, abbondanza e stato di conservazione di uccelli e mammiferi)



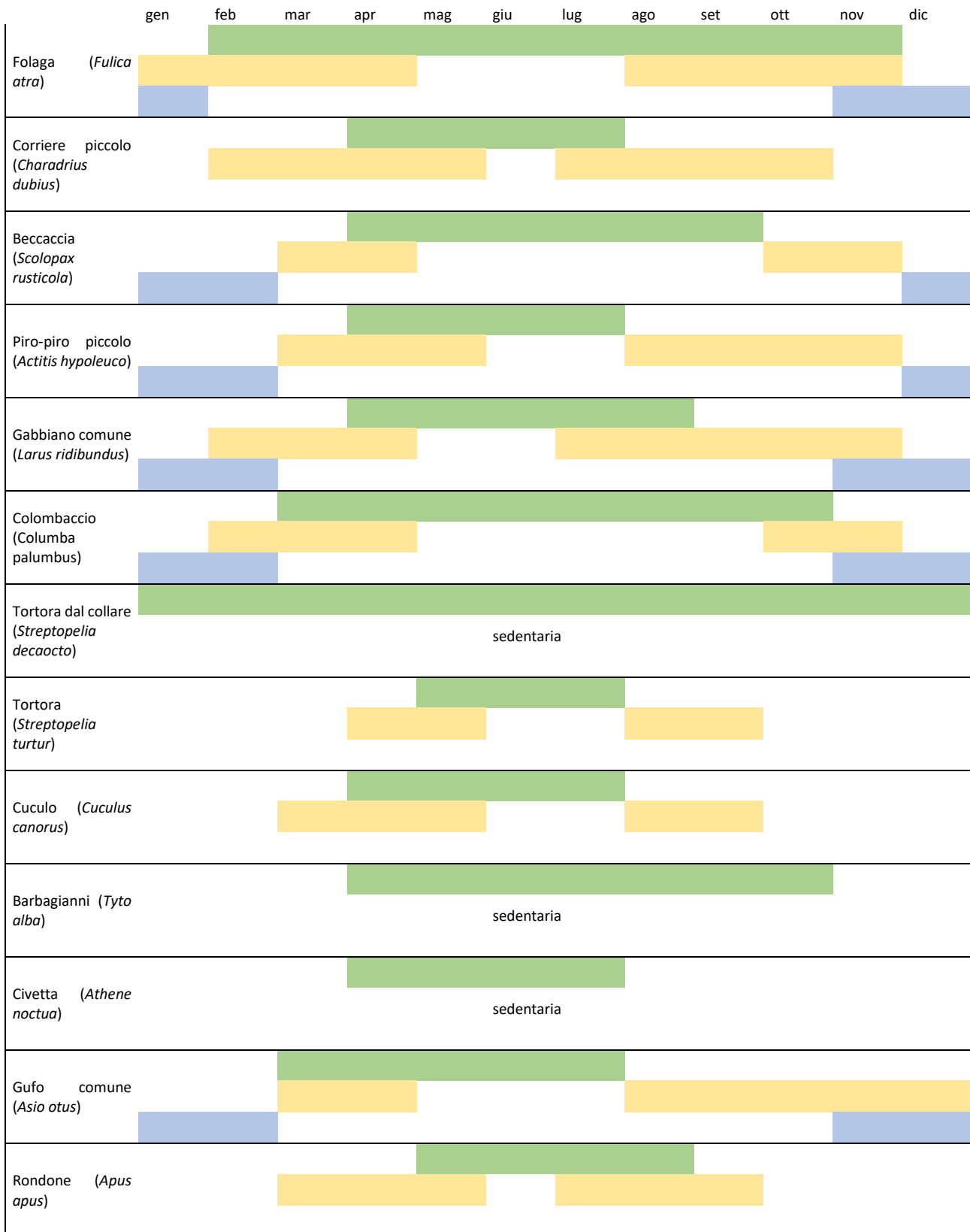
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02



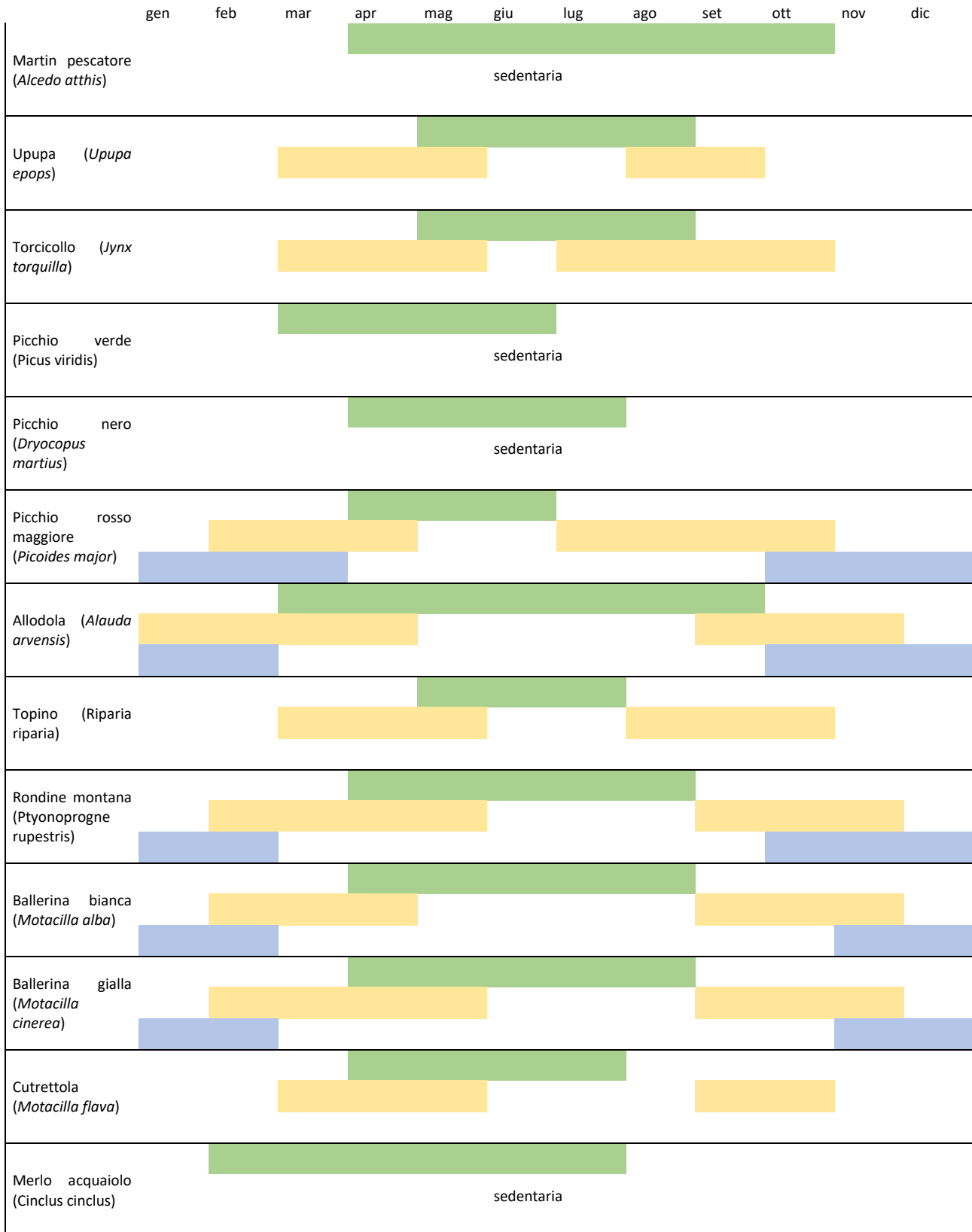
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02



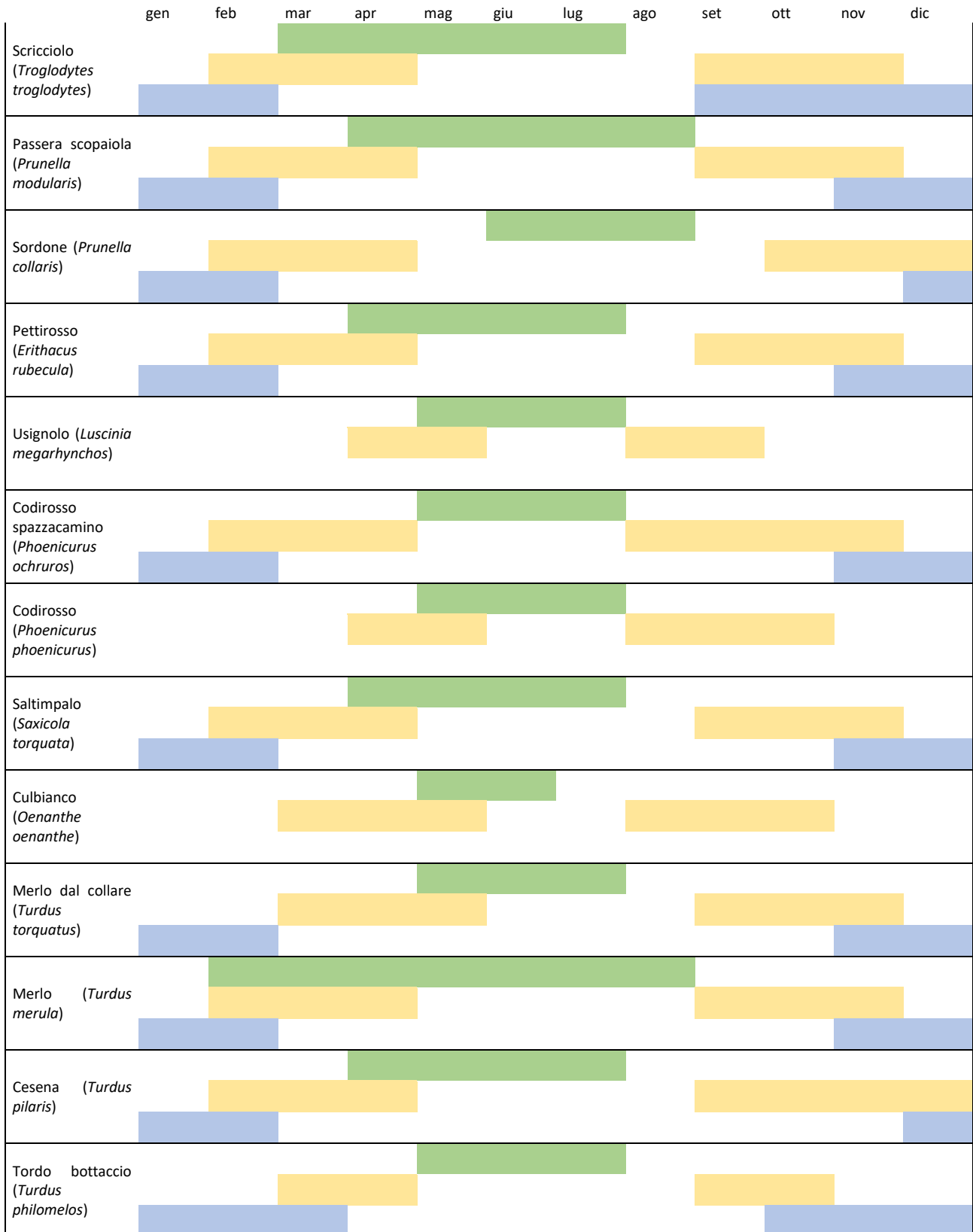
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale - Parte 02



PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02



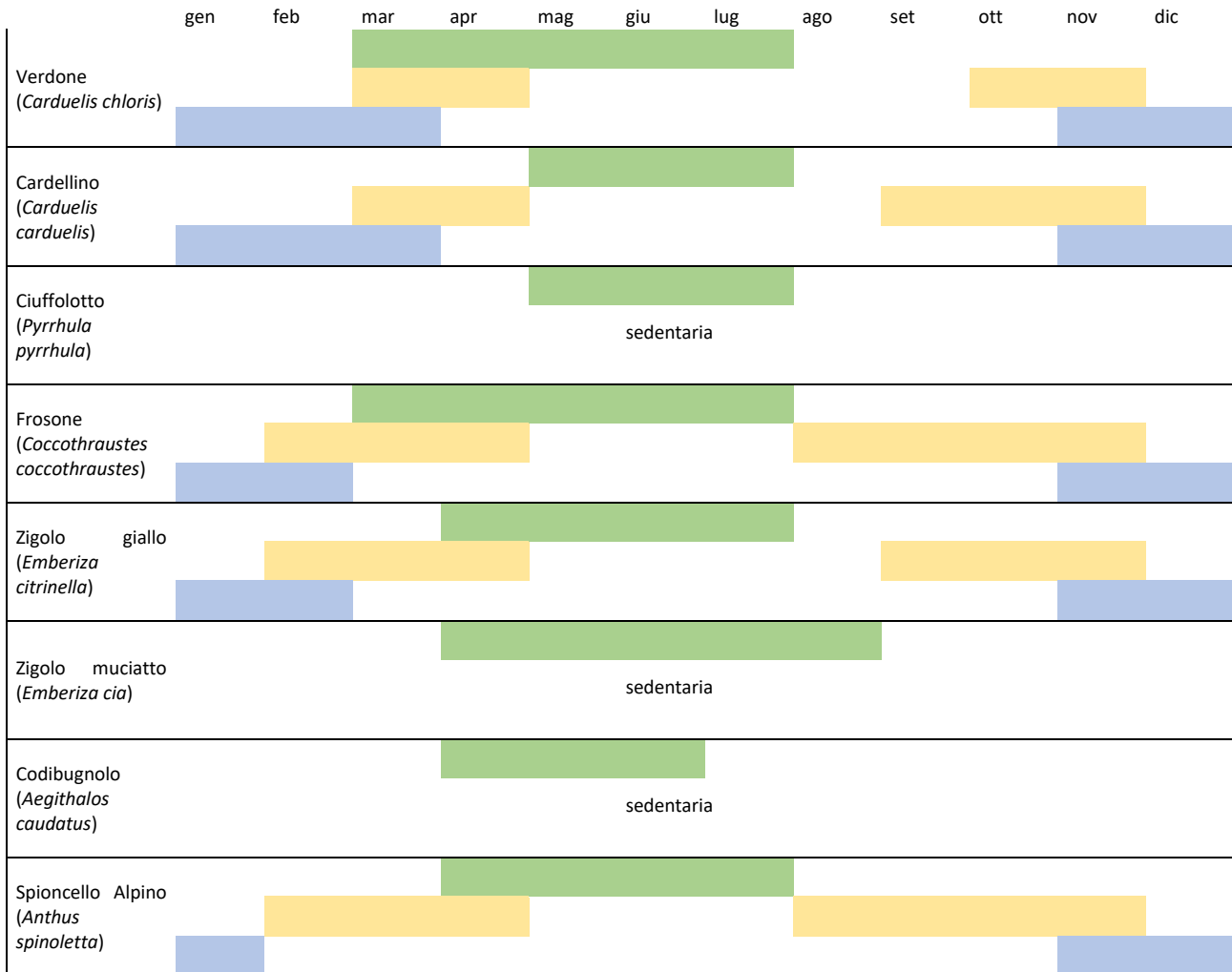
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Cincia mora (<i>Parus ater</i>)				■								
Cinciarella (<i>Parus caeruleus</i>)				■								
Cinciallegra (<i>Parus major</i>)			■									
Picchio muratore (<i>Sitta europaea</i>)					■							
Rampichino alpestre (<i>Certhia familiaris</i>)			■									
Rampichino (<i>Certhia brachydactyla</i>)			■									
Rigogolo (Oriolus oriolus)				■			■					
Averla piccola (<i>Lanius collurio</i>)				■		■			■			
Ghiandaia (<i>Garrulus glandarius</i>)				■								
Corvo imperiale (<i>Corvus corax</i>)		■										
Storno (Sturnus vulgaris)		■		■					■			■
Verzellino (<i>Serinus serinus</i>)		■		■				■			■	
Venturone (<i>Serinus citrinella</i>)				■								

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02



1.2.7.2.4 Mammiferi

Secondo quanto riportato dallo **Natura 2000 - Standard Data Form**, aggiornato, della ZPS IT2040402 Riserva Regionale Bosco dei Bordighi non risultano presenti specie in cui si fa riferimento nell'articolo 4 della Direttiva 2009/147/EC e inserite in lista nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC.

Risultano però di importanza in termini di tutela e conservazione, ma ricadenti in altre normative, convenzioni, accordi, ecc., le seguenti 21 specie riportate.

Codice	Nome scientifico	Nome comune	Strumenti legali internazionali e accordi
-	<i>Apodemus sylvaticus</i>	Topo selvatico	-
-	<i>Arvicola terrestris</i>	Arvicola terrestre	-
-	<i>Capreolus capreolus</i>	Capriolo	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
1327	<i>Eptesicus serotinus</i>	Serotino comune	<ul style="list-style-type: none"> • Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato IV); • Convenzione della fauna selvatica e degli habitat naturali Europei (Allegato II); • Accordo sulla conservazione delle popolazioni europee di pipistrelli. Convenzione sulla migrazione delle specie di fauna selvatica (EUROBATS)
-	<i>Erinaceus europaeus</i>	Riccio europeo	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
-	<i>Glis glis</i>	Ghiro	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
5365	<i>Hypsugo savii</i>	Pipistrello di Savi	<ul style="list-style-type: none"> • Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato IV); • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato II); • Convenzione sulla conservazione delle specie migratorie della fauna selvatica (Convenzione di Bonn, Allegato II); • Accordo sulla conservazione delle popolazioni europee di pipistrelli. Convenzione sulla migrazione delle specie di fauna selvatica (EUROBATS)
-	<i>Lepus europaeus</i>	Lepre comune	-
-	<i>Martes foina</i>	Faina	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
-	<i>Meles meles</i>	Tasso	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
	<i>Mus domesticus</i>	Topo comune	-

Codice	Nome scientifico	Nome comune	Strumenti legali internazionali e accordi
1341	<i>Muscardinus avellanarius</i>	Moscardino	<ul style="list-style-type: none"> • Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato IV); • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
-	<i>Mustela nivalis</i>	Donnola	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
1358	<i>Mustela putorius</i>	Puzzola	<ul style="list-style-type: none"> • Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato V); • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
-	<i>Myodes glareolus</i>	Arvicola rossastra	-
1309	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrello nano	<ul style="list-style-type: none"> • Concilio Direttiva Habitat del 21 maggio 1992 sulla conservazione degli habitat naturali e della fauna e flora selvatica (allegato IV); • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III); • Convenzione sulla conservazione delle specie migratorie della fauna selvatica (Convenzione di Bonn, Allegato II); • Accordo sulla conservazione delle popolazioni europee di pipistrelli. Convenzione sulla migrazione delle specie di fauna selvatica (EUROBATS)
-	<i>Rattus norvegicus</i>	Ratto delle chiavi	-
-	<i>Sciurus vulgaris</i>	Scoiattolo comune	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
-	<i>Sorex araneus</i>	Toporagno comune	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali europei (Convenzione di Berna, Allegato III)
-	<i>Talpa europaea</i>	Talpa europea	-
-	<i>Vulpes vulpes</i>	Volpe comune	-

Nel PdG della ZPS Riserva Regionale Bosco dei Bordighi viene segnalata l'osservazione diretta o di tracce di presenza, tra il 1995 e il 2009, di Riccio europeo, Talpa europea e Toporagno comune. Non vi sono riportate, invece, informazioni circa la Chiroterofauna. Vengono confermate la presenza di tutte le specie roditori, ungulati e carnivori sopra riportati.

Il CRAS di Sondrio tra il 2000 e il 2006 a stilato un report relativo agli investimenti di mammiferi e uccelli relativo al Comprensorio Alpino di Caccia di Sondrio.

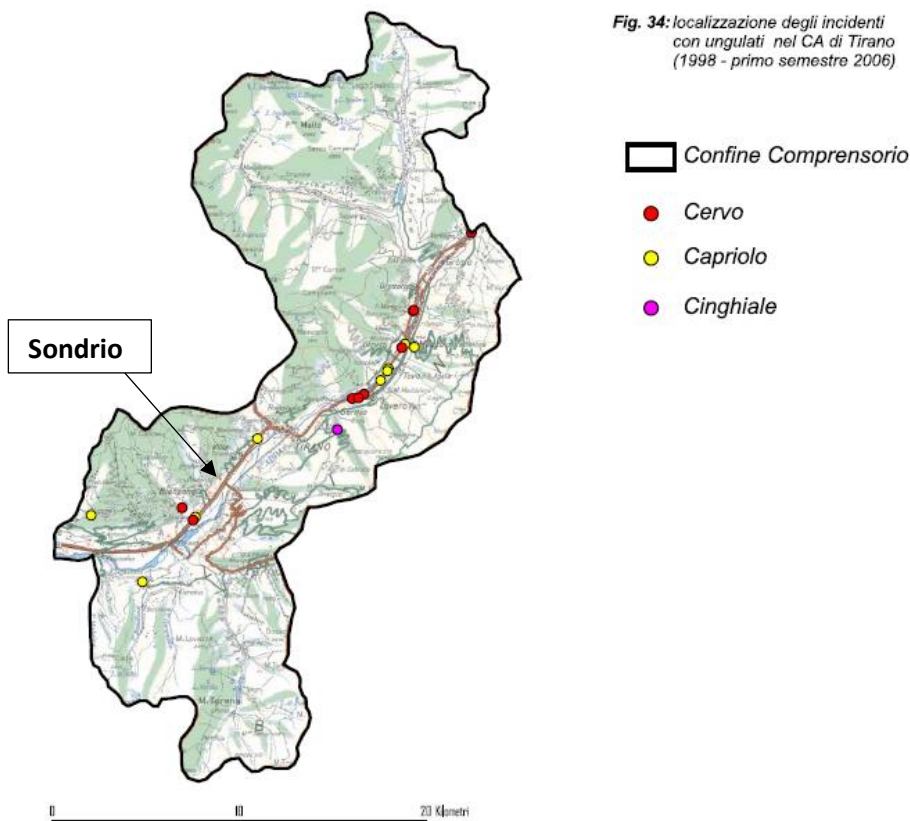


Figura 41. Localizzazione degli incidenti con ungulati 1998-2006

Nel Comprensorio Alpino (CA) di Sondrio, fra il 2000 e il primo semestre 2006, sono stati complessivamente ritrovati 263 ungulati (26,5% del totale). La successiva tabella riporta dati relativi al ritrovamento di singole specie in ciascun anno, mentre nelle figure sottostanti vengono rappresentate le tendenze annuali nei ritrovamenti considerando rispettivamente l'intero superordine e le singole specie.

Tabella 14. numero di ungulati ritrovati (2000 - primo semestre 2006) nel CA di Sondrio, suddivisi per specie

SPECIE	ANNO							TOT
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
capriolo	29	26	18	17	27	19	12	148
cervo	21	18	12	12	17	12	5	97
camoscio	6	3	1	0	4	1	2	17
stambecco	0	0	0	1	0	0	0	1
TOT	56	47	31	30	48	32	19	263

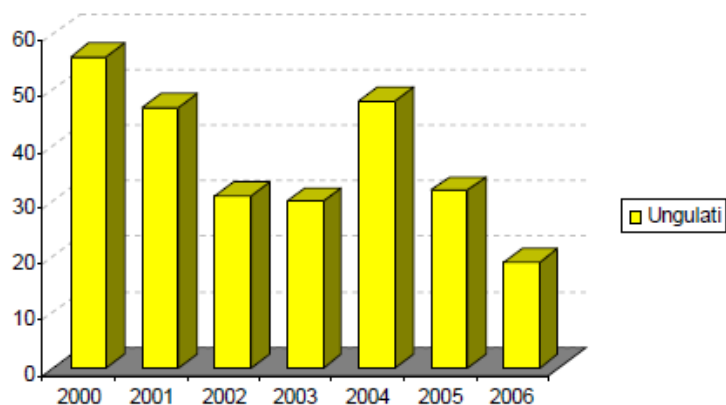


Figura 42. Andamento temporale nel numero complessivo di ungulati ritrovati dal 2000 al primo semestre 2006 nel CA di Sondrio

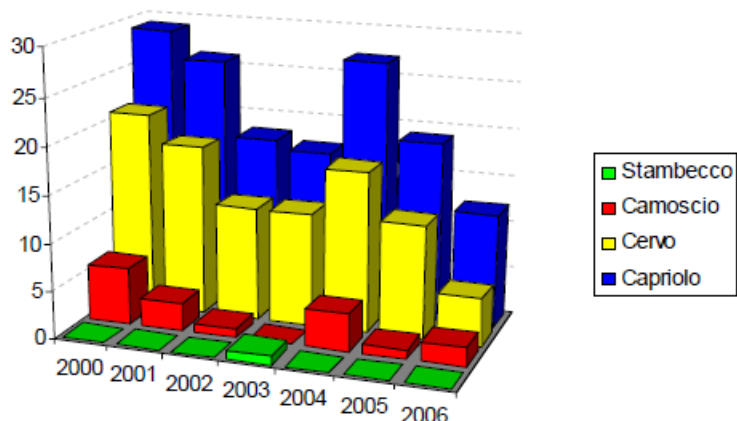


Figura 43. Andamento del numero di ungulati ritrovati dal 2000 al primo semestre 2006 nel CA di Sondrio, suddivisi per specie

Il picco dei ritrovamenti di ungulati ricade negli anni 2000-2001 (56 e 47 ritrovamenti) e 2004 (48 ritrovamenti) ed il capriolo, seguito dal cervo, risulta essere il più probabile da riscontrare in caso di incidenti stradali. Appaiono piuttosto scarsi invece i ritrovamenti di camoscio.

Focalizzando l'attenzione sui ritrovamenti mensili vengono riportati i dati suddivisi per singole specie.

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02

Tabella 15. Numero di ungulati ritrovati mensilmente nel CA di Sondrio dal 2000 al 2005, suddivisi per specie

MESE	SPECIE				TOT
	capriolo	cervo	camoscio	stambecco	
gennaio	6	5	1	0	12
febbraio	7	6	0	1	14
marzo	5	8	1	0	14
aprile	13	9	1	0	23
maggio	17	4	3	0	24
giugno	26	6	1	0	33
luglio	15	5	1	0	21
agosto	12	4	5	0	21
settembre	14	13	1	0	28
ottobre	11	17	0	0	28
novembre	7	11	1	0	19
dicembre	3	4	0	0	7

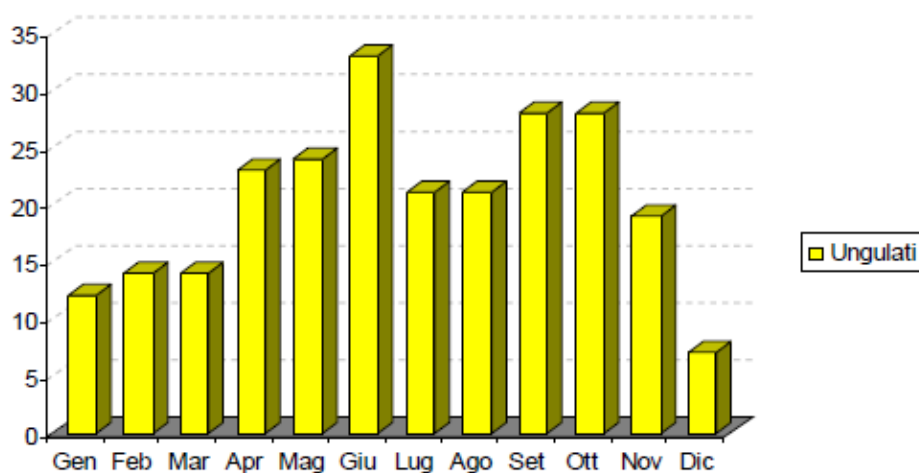


Figura 44. Ritrovamento mensile di ungulati nel CA di Sondrio (dati mensili cumulati dal 2000 al 2005)

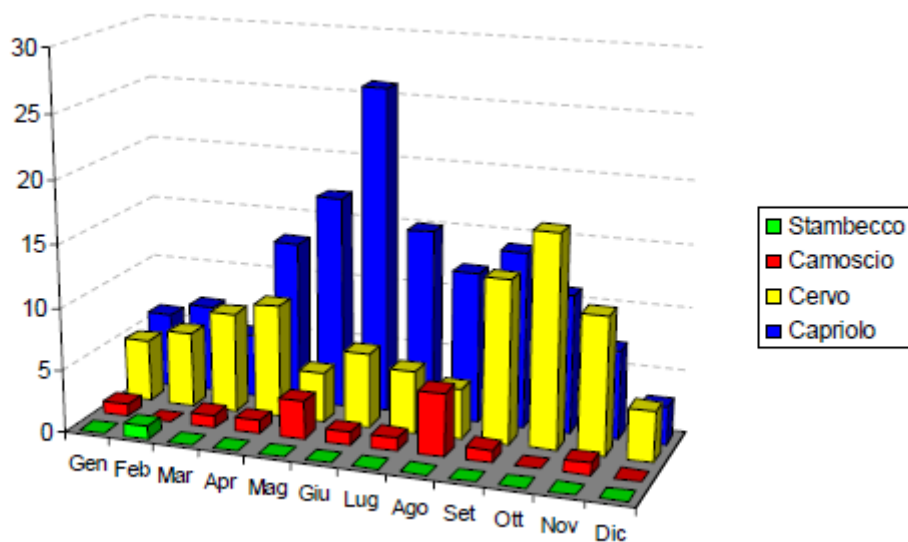


Figura 45. Andamento mensile del numero di ungulati ritrovati dal 2000 al 2005 nel CA di Sondrio, suddivisi per specie

Anche qui si può osservare la preponderanza dei ritrovamenti di capriolo e cervo i quali influiscono in modo determinante nel configurare, rispettivamente, il picco del mese di giugno e quello di settembre-ottobre. Per quanto riguarda il capriolo, il picco di ritrovamenti in maggio può essere principalmente ricondotto alle perdite dovute agli incidenti stradali legati all'abbassamento altitudinale delle aree utilizzate per ragioni alimentari, ed in parte al ritrovamento di piccoli. Nel caso del cervo l'incremento nei ritrovamenti nei mesi autunnali (legati perlopiù agli impatti con autovetture in seguito agli spostamenti che si verificano nel periodo degli accoppiamenti) è decisamente superiore a quello che si verifica in periodo primaverile. Per quanto riguarda il camoscio, il picco viene registrato nel mese di agosto: i bassi livelli numerici del campione inducono tuttavia alla cautela prima di speculare circa le possibili cause di tale localizzazione temporale (che potrebbe anche essere legata ad eventi casuali). Nel caso dello stambecco, l'unico ritrovamento effettuato non permette di proporre valutazioni significative.

Per quanto riguarda le cause di ritrovamento degli ungulati nel CA di Sondrio gli incidenti stradali emergono quale principale causa a spiegazione, rappresentando oltre il 27% del totale.

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 02

Tabella 16. Contributo numerico e percentuale complessivo delle singole cause di ritrovamento di ungulati nel CA di Sondrio dal 2000 al 2006

CAUSA	n° ritrovamenti	% ritrovamenti
malattia	4	1,52 %
incidente stradale	72	27,38 %
incidente ferroviario	4	1,52 %
trauma	28	10,65 %
caccia	9	3,42 %
controllo popolazione	0	0,00 %
bracconaggio	2	0,76 %
predazione	21	7,98 %
inanizione	13	4,94 %
ignota	96	36,50 %
altro	14	5,32 %
TOT	263	100,00 %

Le collisioni di ungulati con autoveicoli, pertanto, assumono grande rilievo nell'ambito del CA di Sondrio: dall'1° gennaio 2000 al 31 giugno 2006 sono stati registrati un totale di 72 collisioni di autovetture con ungulati, per una media annua di 11,5 incidenti. Le specie coinvolte sono esclusivamente capriolo e cervo; in particolare, su 148 ritrovamenti di capriolo, 42 sono legati a incidenti stradali (28,4%), mentre nel cervo la proporzione è di 30 incidenti su 97 segnalazioni (30,9%).

Tabella 17. Andamento del numero di incidenti stradali occorsi mensilmente (dati cumulati dal 2000 al 2005) nel CA di Sondrio in seguito ad impatto con ungulati, suddivisi per specie

MESE	SPECIE		TOT
	capriolo	cervo	
gennaio	0	2	2
febbraio	1	3	4
marzo	0	2	2
aprile	3	3	6
maggio	7	2	9
giugno	5	1	6
luglio	9	1	10
agosto	5	1	6
settembre	6	6	12
ottobre	1	7	8
novembre	3	1	4
dicembre	0	0	0

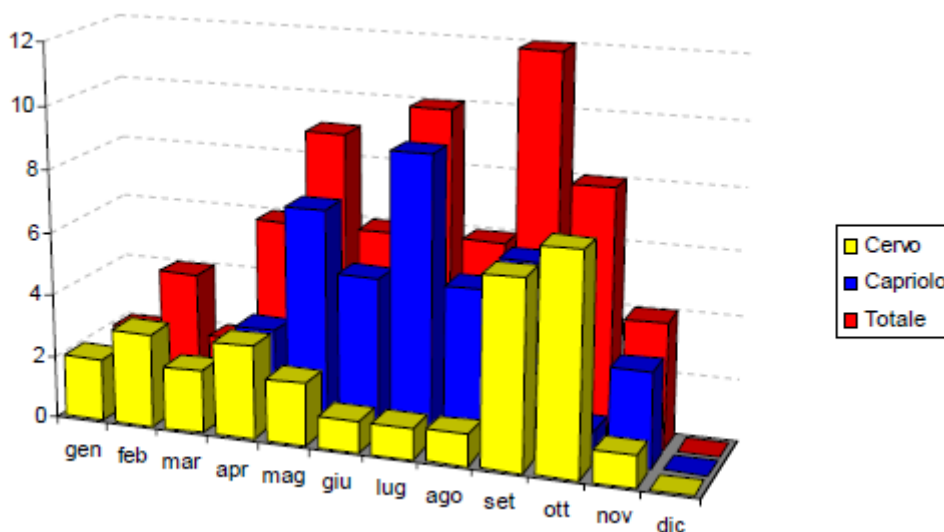


Figura 46. Andamento mensile del numero di incidenti stradali occorsi fra il 2000 e il 2005 nel CA di Sondrio in seguito ad impatto con ungulati, suddivisi per specie

Per quanto riguarda l'andamento mensile degli incidenti, il pattern dei dati complessivi si mostra alquanto fluttuante, nonostante sia possibile individuare dei picchi in maggio-luglio e settembre-ottobre. Come già detto in precedenza questi valori massimi sono presumibilmente imputabili, rispettivamente, alla frequentazione delle zone di fondovalle per ragioni legate all'alimentazione (cervo, ma soprattutto capriolo) e agli spostamenti effettuati in corrispondenza del periodo degli accoppiamenti (cervo), particolarmente evidenti nel caso del CA di Sondrio.

Da quanto riportato dal report del CRAS di Sondrio, quindi, la presenza di capriolo, ancora oggi osservato, crea un aumento delle probabilità di incidenti stradali e perciò di ritrovamenti sul sedime stradale.

Dal **Piano Faunistico Venatorio** attualmente vigente vengono riportate, in forma schematica, le seguenti informazioni.

CAPRIOLO

Attività

L'attività di alimentazione presenta un picco all'alba e uno al tramonto, e la durata massima del periodo di pascolo è in genere compresa tra le 2 e 4 ore.

Comportamento sociale e riproduzione

La socialità è legata alla stagionalità e al ciclo annuale. In estate gli animali sono soprattutto solitari, mentre dall'autunno si ricostituiscono le unità familiari, basi dell'organizzazione sociale, composte dalla femmina adulta con i piccoli dell'anno e la figlia subadulta dell'anno precedente e a volte anche da un maschio adulto. In inverno gruppi familiari correlati o vicini possono ulteriormente aggregarsi, e a questi si aggiungono femmine e maschi subadulti, mentre i maschi adulti spesso rimangono solitari. Infine, verso l'inizio della primavera aumenta via via il numero di animali soli, soprattutto maschi; con l'approssimarsi del periodo dei parti le femmine adulte scacciano i figli dell'anno precedente e l'unità familiare si scioglie del tutto.

L'accoppiamento avviene tra giugno e agosto, mentre il parto, generalmente di due piccoli, avviene tra maggio e giugno.

Habitat

Può colonizzare un ampio spettro di ambienti, dalla foresta all'aperta campagna, soddisfacendo le sue esigenze in un'area vitale non estesa (tra 20 e 50 ha). L'ambiente originariamente più adatto è il bosco di latifoglie mesofile, con folto sottobosco e ricco strato cespugliare, intercalato da radure e prati, ma negli ultimi due secoli il Capriolo si è adattato ai nuovi ambienti agricoli e boschivi creati dall'uomo. Importante è la presenza di ambienti di transizione, quali la boscaglia in rapida evoluzione tra bosco e campi, o, in aree di pianura coltivate, le siepi, i filari, i margini dei fossi, le aree di incolto o cespugliato con vegetazione arbustiva.

Presenza

dal 2001 al 2004 le consistenze di questa specie sembrano aver mostrato una certa ripresa, con un trend complessivo di lieve aumento di consistenze e densità. Nell'ambito del comprensorio i settori orobici continuano a mostrare le densità più elevate, soprattutto nel settore Valle Livrio che presenta indubbiamente la migliore popolazione a livello provinciale, con densità sempre superiori a 7 capi/km². Anche nei vicini settori Venina-Scais e Val Madre si notano densità buone, per quanto una certa cautela vada adottata per quest'ultimo, in quanto la consistenza delle popolazioni non è elevata, in media inferiore agli 80 capi. Una consistenza di poco superiore è presente in Val d'Arigna, con densità discrete.

Tra i settori retici, le situazioni migliori sembrano quelle della ValMalenco e della Val di Tegno, dove sembra essere in atto un leggero aumento delle popolazioni, mentre in Arcoglio e Val Fontana le densità non raggiungono ancora i 2 capi/km² e non si sono notati segnali di crescita della specie. In tutti questi settori esiste comunque ancora un forte divario con le potenzialità del territorio, che dovrà essere preso in considerazione nella definizione degli obiettivi di gestione.

LEPRE COMUNE

Comportamento sociale e riproduzione

Sebbene non sia specie gregaria, all'interno delle popolazioni è presente un certo grado di organizzazione sociale, con piccoli gruppi composti da 2-6 individui. Una vera e propria gerarchia sociale non esiste, mentre si osservano gerarchie per l'accesso alle fonti alimentari e, nel caso dei maschi, per l'accoppiamento con le femmine, determinate soprattutto dalle dimensioni e dal peso corporeo individuale. Il ciclo annuale è in gran parte interessato dall'attività riproduttiva. Negli adulti **l'inizio dell'attività sessuale si colloca attorno al solstizio d'inverno e i maschi sono idonei alla riproduzione durante tutta la stagione riproduttiva, fino alla fine di novembre, mentre le femmine sono recettive 9 mesi all'anno**. La durata della gestazione è 41-43 giorni, al termine della quale nascono 3-4 leprotti, (minimo 1, massimo 6). Tipico è il fenomeno della superfetazione, cioè la possibilità che una femmina porti in gestazione due serie di feti di età diversa, cioè dei feti pronti a nascere e dei giovani embrioni, grazie al fatto che l'estro può manifestarsi già 3-7 giorni prima del parto rendendo possibile un nuovo accoppiamento. Un ritmo così intenso di attività riproduttiva consente fino a 7 parti in un anno: la maggioranza partorisce comunque 3-5 volte l'anno. Le nascite più precoci si hanno già nell'ultima decade di gennaio e diventano frequenti in febbraio e marzo, mentre l'ultimo parto avviene in genere alla fine di settembre, meno frequentemente a ottobre.

Habitat

habitat originario sono le praterie e le steppe del Nord Africa, ma la specie possiede un'elevata plasticità ecologica che le consente di adattarsi ad una grande varietà di ambienti. Negli ecosistemi agricoli trova le migliori condizioni, in quanto la disponibilità alimentare è abbondante e pressoché continua nel corso dell'anno; tuttavia la specie è diffusa anche in altri ambienti, come lande e brughiere, ambienti litoranei, zone golenali e territori boscosi, purché la vegetazione arborea e arbustiva non sia troppo fitta.

Presenza

A Sondrio la densità media si conferma più bassa, pari a quasi 2 individui/km², come già mostrato nel 2001, ma anche in questo caso sarebbe necessaria un'analisi delle diverse situazioni del comprensorio, dove a situazioni ancora discrete si alternano probabilmente aree di presenza molto scarsa. In questo caso le aree di protezione individuate nel piano 2001 non sembrano essersi dimostrate efficaci nel tutelare e irradiare le lepri, probabilmente anche a causa della loro insufficiente idoneità.

VOLPE

Comportamento sociale e riproduzione

si riproduce una sola volta all'anno; **gli accoppiamenti hanno luogo soprattutto alla fine di febbraio e le nascite nella seconda metà di aprile**. I piccoli vengono allattati per sei settimane e solo in autunno cominciano ad allontanarsi alla ricerca di aree in cui stabilirsi. I parametri riproduttivi della Volpe - fertilità, fecondità, mortalità intrauterina e sterilità - sono influenzati dalla disponibilità di risorse alimentari e da vari fattori sociali, primo dei quali la densità di popolazione. In particolare le cucciolate aumentano con l'incremento delle risorse alimentari e il diminuire della densità di popolazione, e diminuiscono nella situazione contraria, riuscendo a ottimizzare le possibilità di riproduzione. La capacità di variare la produttività tende ad attenuare l'effetto di vari fattori esterni, quali la caccia e le malattie, contrapponendo ad una maggiore mortalità un incremento nella riproduzione.

Habitat

le dimensioni delle aree occupate da ciascun individuo sono molto variabili, da 50 a 2000 ha: tali aree possono essere stabili, ma in molti casi mostrano marcate e improvvise variazioni stagionali, in relazione con la disponibilità di risorse alimentari e con il variare della densità di popolazione. Una parte della popolazione, soprattutto giovani e individui non accoppiati, si sposta su aree molto più vaste di quelle usate dalle altre volpi, colonizzando talvolta nuove aree. Specialmente durante la stagione riproduttiva, le volpi hanno tendenze territoriali, ma talvolta un territorio può essere occupato da una "famiglia" composta dalla coppia e da una o più femmine subordinate, che possono collaborare all'allevamento della prole. Il maschio partecipa all'allevamento della prole e solo in caso di particolare abbondanza di cibo può accoppiarsi con più femmine. Per la sua grande adattabilità, riesce a vivere negli ambienti più vari. Favorevole alla specie è l'elevata eterogeneità ambientale, che assicura disponibilità di rifugi e nascondigli, tane e diverse risorse alimentari, ma la specie si trova a suo agio anche in aree urbanizzate, periferie di centri abitati o città.

Presenza

Proprio per la grande adattabilità che dimostra, anche in provincia di Sondrio la specie è presente ovunque, dal fondovalle (in cui spesso la si trova anche in aree antropizzate) fino oltre il limite superiore della

vegetazione, ad esclusione solo delle aree del tutto improduttive, come i ghiacciai. A partire dal 2003 la specie è stata però oggetto di un intenso controllo e non è stata reperita alcuna informazione circa la diffusione più recente sul territorio della specie.

DONNOLA

È specie stanziale, e la si trova in un range altitudinale che varia dal fondovalle al piano sub-alpino (da 200 a 2000 m). Le **femmine partoriscono una o due volte all'anno, in primavera ed estate** e danno alla luce in media 4-6 piccoli per parto. Le tane si trovano in anfratti tra le rosse, sotto radici e cataste e in cavità degli alberi. L'home range della specie varia da 5 a 15 ha per i maschi, mentre è più ridotto per le femmine (da 1 a 5 ha).

Presenza

In provincia di Sondrio la specie viene ritenuta comune, come riportato anche dai precedenti Piani Faunistici. A causa della difficile contattabilità della specie e visto anche il numero minimo di ritrovamenti di individui morti, non sono disponibili precise informazioni in merito; si ritiene tuttavia possibile che sia presente con un trend stazionario, mentre non ci sono conferme sulla presenza effettiva della forma centro-europea, caratterizzata dalla livrea invernale bianca.

PUZZOLA

È specie minacciata, ovunque in forte regressione. Frequenta i margini dei boschi umidi, i fossi, preferibilmente popolati da Anfibi Anuri, i canali, i margini delle coltivazioni, ed è molto sensibile al disturbo provocato dall'uomo. Si **riproduce una sola volta all'anno, tra primavera ed estate**, dando alla luce da 4 a 6 piccoli; le tane sono ricavate entro gallerie, sotto radici e cataste e in cavità di alberi.

Presenza

Nell'ambito della provincia la specie risulta nel complesso assente, con possibile presenza solo nel settore occidentale. La specie era stata segnalata nel 2000 da alcuni Agenti del Corpo di Polizia Provinciale nel comprensorio di Sondrio, in comune di Caiolo, in una zona di fondovalle, nonché nel comprensorio di Morbegno, nei comuni di Dubino e Delebio. Come riportato nel precedente Piano Faunistico, in passato la specie era segnalata nelle zone di Verceia, nel vicino Pian di Spagna e nella zona dei Bordighi, ma queste segnalazioni risalgono a circa 10-15 anni fa e necessitano quindi di ulteriori ricerche per essere comprovate. Anche in provincia di Sondrio la Puzzola conferma comunque il suo trend negativo e di forte regressione.

FAINA

È un predatore estremamente adattabile che frequenta ambienti di bosco o margini di bosco sia di pianura che di alta montagna (giungendo fino a 2000 m), senza essere eccessivamente disturbato dalla presenza umana. Presenta abitudini prevalentemente notturne, mentre di giorno può vivere sottoterra o utilizzare come rifugio le cavità degli alberi, le radici, le sassaie o costruzioni abbandonate. Si ciba principalmente di animali vivi di piccola e media taglia (soprattutto Insetti, Anfibi, Uccelli, Topi e Ghiri) o di uova, ma all'occorrenza può utilizzare anche bacche e frutta. È ampiamente registrata la predazione su animali da cortile, dei quali fa strage ogniqualvolta riesca ad introdursi in pollai o conigliere.

La maturità sessuale viene raggiunta tra i 16 ed i 38 mesi e gli **accoppiamenti hanno luogo in luglio ed agosto**. I parti avvengono da aprile a maggio, dopo una gestazione di 8-9 mesi, in nidi ben nascosti e foderati di pelo, penne e fieno, e nascono in genere da 3 a 5 piccoli. L'allattamento dura 8 settimane e dopo 3 mesi i giovani sono indipendenti.

Presenza

La specie è ubiquitaria sul territorio provinciale, come è emerso dalle osservazioni degli Agenti di Polizia Provinciale e come si può dedurre dall'alto numero di individui che vengono ritrovati morti lungo le strade: dal 1998 a metà 2006 sono state infatti recuperate almeno 34 faine, morte per incidente stradale o ferite. Diversamente dalla Volpe sembra però che la Faina non sia presente fino ad alte quote, non superando i 2000-2200 m.

TASSO

Mustelide di grandi dimensioni, vive solitario o in gruppi familiari. Di abitudini notturne e crepuscolari, trascorre le ore diurne in tane sotterranee da lui scavate, che possono essere dotate di più camere, di corridoi e di più uscite. Durante l'inverno il Tasso non va in un vero e proprio letargo, limitandosi a diminuire la propria attività fuori tana, nutrendosi prevalentemente delle provviste accumulate e utilizzando le riserve di grasso. Soprattutto nelle regioni a clima più mite, può mantenere una regolare attività di ricerca di cibo all'aperto. La dieta è quanto mai varia, comprendendo frutta e vegetali, invertebrati (anellidi, molluschi, artropodi), anfibi e rettili, uccelli e loro uova, piccoli mammiferi e carogne. Nella ricerca del cibo può arrecare danni a coltivazioni (ortaggi, cereali ecc.) e frutteti. In relazione con l'ampiezza del suo spettro trofico, il Tasso vive in ambienti boschivi o semiboschivi, in aree coltivate o di periferia, purché siano presenti siepi o aree a vegetazione naturale presso le quali scavare la tana. La maturità sessuale è raggiunta tra i 18 e i 24 mesi. Gli **accoppiamenti hanno luogo tra aprile ed agosto**, e i **parti** sono dopo il periodo di riposo invernale, tra **gennaio e aprile**. Nascono da 3 a 5 cuccioli, che vengono allattati per circa otto settimane e accuditi dalla femmina per 5-6 mesi.

Presenza

Anche per il Tasso si riscontrano evidenti difficoltà di censimento, a causa delle abitudini notturne e crepuscolari e della frequentazione di ambienti boschivi o semiboschivi e non è quindi possibile definirne la consistenza provinciale. In base alle segnalazioni raccolte la specie risulta però comune e presente ovunque, dal fondovalle al piano montano (1800 m): questo è confermato anche dai 46 animali recuperati dal 2000 a metà del 2006, trovati morti lungo le strade, o feriti a seguito di incidenti stradali.

1.2.7.2.5 Idoneità Faunistica

Il seguente paragrafo commenta la metodologia utilizzata per la redazione delle carte delle potenzialità faunistiche, il cui obiettivo è la realizzazione di una carta delle potenzialità faunistiche relativa all'area di intervento, basata sulle elaborazioni cartografiche effettuate partendo dalle diverse tipologie di uso del suolo e dalla conformazione del territorio.

Si provvederà ad illustrare il procedimento di costruzione della cartografia dal punto di vista metodologico, in modo da consentire al fruitore una consapevole analisi dei dati.

1.2.7.2.5.1 Metodica utilizzata

La realizzazione di **cartografie di idoneità ambientale** per i gruppi faunistici target è stata effettuata utilizzando un Habitat Suitability Index (HSI), indice numerico che rappresenta l'idoneità di un determinato habitat per la specie/gruppo in esame.

Il risultato dell'indice combina le interazioni tra le variabili ambientali chiave, al fine di definire l'idoneità dell'habitat rispetto alle esigenze ecologiche della specie/gruppo. Il modello basato su HSI viene elaborato mediante sistemi informativi territoriali (GIS).

La potenzialità faunistica è stata realizzata per i seguenti gruppi di specie target:

- Avifauna;
- Anfibi;
- Rettili;
- Micromammiferi;
- Ungulati.

1.2.7.2.5.1.1 Creazione della base cartografica

Il sistema ha utilizzato come base cartografica il **DTM 5X5** - Modello digitale del terreno (edizione 2015, l'ultima disponibile sul Geoportale della Regione Lombardia). Le quote del DTM (identificate come "pixel value" sulla mappa) sono riferite al terreno sia in ambiti urbanizzati sia in ambiti extra-urbani, mentre nelle zone con presenza di laghi ed invasi le quote sono riferite al livello dell'acqua.

Alla base cartografica citata è stata sovrapposta la **cartografia CTR** per una più agevole lettura delle ubicazioni delle zone indagate.

Sulla base della cartografia Raster DTM sono state create carte relative **all'ombreggiatura** e alla **pendenza** dei versanti. La quota non è stata considerata vista lo scarso gradiente altitudinale nell'area di indagine (compresa tra circa 300 e 600 m s.l.m.). In considerazione di questo la massima differenza tra le aree dovuta alla temperatura media locale è dovuta ad esposizione ed irraggiamento dei versanti. Tuttavia l'esposizione non è stata presa in considerazione come variabile in quanto le elaborazioni cartografiche hanno evidenziato una sostanziale complementarità con quelle sull'ombreggiatura; andando a considerare sia ombreggiatura che esposizione si otteneva una rappresentazione fuorviante dell'idoneità faunistica, pertanto nelle elaborazioni dal DTM sono state prese a riferimento solo l'ombreggiatura dei versanti e la pendenza.

I raster di partenza per ombreggiatura e pendenza sono stati realizzati attraverso tools specifici del software QGIS.

La **copertura vegetazionale** con le diverse associazioni, nonché la **tipologia di utilizzo del suolo**, invece, sono stati analizzati partendo dal **DUSAF 7.0** (edizione 2021, l'ultima disponibile sul Geoportale della Regione Lombardia). Il DUSAF (destinazione d'uso dei suoli agricoli e forestali) è una banca dati geografica di dettaglio nata nel 2000/2001 e arrivata alla sua 7a versione. In questa versione sono state utilizzate ortofoto (realizzate da AGEA, 1 pixel=0,2m a terra), con foto aeree a colori realizzate nel 2021. Tutto il territorio regionale è stato aggiornato per quanto riguarda l'uso e copertura del suolo e le siepi e filari al 2021.

Questa tipologia di dato viene fornita in formato shapefile, pertanto è stato necessario effettuare una selezione del territorio di indagine e convertirlo in raster attraverso tools specifici del software QGIS.

I raster di partenza che sono stati elaborati hanno rappresentato le variabili da considerare nel calcolo dell'Habitat Suitability Index (HSI) e sono di seguito elencati:

- **uso del suolo;**
- **ombreggiatura;**
- **pendenza.**

1.2.7.2.5.1.2 Realizzazione degli indici di potenzialità faunistica

Sulla base degli elementi morfologici ed ambientali sopra citati è stato creato un indice (per ciascun gruppo specifico) che riassume e pesa le variabili in funzione della preferenza delle diverse specie.

L'indice è stato attribuito su base 10 e in funzione delle preferenze dei diversi gruppi specifici.

I punteggi sono attribuiti a partire da informazioni di tipo bibliografico ed Expert-based in funzione delle variabili ambientali e geografiche.

L'equazione HSI utilizzata per le diverse specie ha tenuto conto del peso delle diverse variabili per la data specie/gruppo e risulta come una funzione lineare delle diverse variabili normalizzate alla scala di punteggio 0-10.

A titolo di esempio si riporta il dettaglio dell'equazione HSI per gli anfi.

Variabili considerate e relativi pesi:

- Uso del suolo / Copertura forestale (FOR), peso = 1;
- Ombreggiatura (OMB), peso = 1;
- Pendenza dei versanti (SLOPE), peso = 0,3.

$$HSI = \frac{(FOR*1)+(OMB*1)+(SLOPE*0.3)}{2.3}$$

Dove il denominatore 2,3 (citato come esempio) corrisponde alla somma dei pesi delle diverse variabili citate al numeratore.

In questo modo il risultato finale risulta normalizzato alla scala 0-10 sulla base delle diverse preferenze.

Vengono di seguito riportate le tabelle di preferenza delle variabili considerate per i diversi gruppi specifici.

1.2.7.2.5.1.2.1 Uso del suolo / Copertura forestale

Dall'analisi dell'uso del suolo (è stata utilizzata la classificazione DUSAF 7.0 tratta dal Geoportale della Regione Lombardia) sono state estratte le categorie del territorio circostante all'intervento; successivamente alcune di esse sono state aggregate per facilitare l'assegnazione delle diverse idoneità dei gruppi faunistici

individuati, dopodiché è stato assegnato un valore di preferenza per ogni gruppo considerato. Il risultato è riportato nella tabella seguente.

Tabella 18. Punteggi attribuiti alle diverse tipologie di utilizzo del suolo per i singoli gruppi specifici. Si attribuisce peso della variabile pari ad 1 per tutti i gruppi, in considerazione dell'elevata importanza di questa variabile per la fauna

Uso del suolo / Copertura forestale	Avifauna	Anfibi	Rettili	Micromammiferi	Ungulati
1) Urbanizzato	4	1	4	4	2
2) Aree verdi urbane	5	4	6	5	3
3) Aree agricole	7	5	7	8	5
4) Prati	7	6	8	9	10
5) Boschi di latifoglie	9	6	8	7	8
6) Formazioni ripariali	9	10	8	6	7
7) Boschi di conifere	9	5	7	8	8
8) Boschi misti	9	6	7	7	8
9) Praterie d'alta quota	8	6	4	5	10
10) Vegetazione dei greti	8	10	8	6	3
11) Cespuglieti	8	4	8	7	5
12) Spiagge e alvei fluviali	6	8	7	2	2
Peso della variabile nell'equazione	1	1	1	1	1

Di seguito, per ognuna delle 12 categorie aggregate ne viene spiegata la composizione partendo dalla classificazione DUSAF.

- 1) Urbanizzato: categoria comprendente tutte le classi del DUSAF 7.0 con codice livello 1 pari a 1 ad eccezione di parchi e giardini (codice DUSAF 1411) e di aree verdi incolte (codice DUSAF 1412).
- 2) Aree verdi urbane: categoria comprendente parchi e giardini (codice DUSAF 1411) e aree verdi incolte (codice DUSAF 1412).
- 3) Aree agricole: categoria comprendente tutte le classi del DUSAF 7.0 con codice livello 1 pari a 2 ad eccezione di prati permanenti (codice DUSAF 2311 e 2312).
- 4) Prati: categoria comprendente i prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive (codice DUSAF 2311) e prati permanenti con presenza di specie arboree e arbustive sparse (codice DUSAF 2312).
- 5) Boschi di latifoglie: categoria comprendente i boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo (codice DUSAF 31111) e boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo (codice DUSAF 31121).
- 6) Formazioni ripariali: categoria comprendente le formazioni ripariali (codice DUSAF 3113).

- 7) Boschi di conifere: categoria comprendente i boschi di conifere a densità media e alta (codice DUSAF 3121).
- 8) Boschi misti: categoria comprendente i boschi misti a densità media e alta governati a ceduo (codice DUSAF 31311) e boschi misti a densità media e alta governati ad alto fusto (codice DUSAF 31312).
- 9) Praterie d'alta quota: categoria comprendente le praterie naturali d'alta quota assenza di specie arboree e arbustive (codice DUSAF 3211).
- 10) Vegetazione dei greti: categoria comprendente la vegetazione dei greti (codice DUSAF 3222).
- 11) Cespuglieti: categoria comprendente i cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte e arboree (codice DUSAF 3241) e cespuglieti in aree agricole abbandonate (codice DUSAF 3242).
- 12) Spiagge e alvei fluviali: categoria comprendente le spiagge (codice DUSAF 331) e gli alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali (codice DUSAF 511).

1.2.7.2.5.1.2.2 Ombreggiatura

L'ombreggiatura ricavata dall'elaborazione del DTM descrive quanto le diverse porzioni di territorio restano all'ombra mediamente, riportando per ogni pixel (in questo caso corrispondente ad un quadrato di 5 m x 5 m) un valore da 0 (completamente assolato) a 255 (completamente in ombra). Tale range è stato suddiviso in 10 classi per facilitarne la lettura e successivamente è stato assegnato un valore di preferenza per ogni gruppo faunistico considerato. Il risultato è riportato nella tabella seguente.

Tabella 19. Punteggi attribuiti ai diversi gradi di ombreggiatura dei versanti, considerati per un livello medio di elevazione del sole. Si attribuisce peso pari ad 1 per tutti i gruppi in considerazione dell'elevata importanza di questa variabile per la fauna

Ombreggiatura	Avifauna	Anfibi	Rettili	Micromammiferi	Ungulati
1 (bassa)	8	2	10	8	8
2	8	2	10	10	10
3	10	3	8	10	10
4	8	4	7	8	8
5	6	5	6	6	6
6	5	6	5	5	5
7	4	7	4	4	4
8	3	8	3	3	3
9	2	10	2	2	2
10 (alta)	2	10	2	2	2
Peso della variabile nell'equazione	1	1	1	1	1

1.2.7.2.5.1.2.3 Pendenza

La pendenza ricavata dall'elaborazione del DTM descrive l'acclività dei versanti, riportando per ogni pixel (in questo caso corrispondente ad un quadrato di 5 m x 5 m) un valore da 0° (completamente pianeggiante) a 90° (pareti verticali). Tale range è stato suddiviso in 6 classi per facilitarne la lettura e successivamente è stato assegnato un valore di preferenza per ogni gruppo faunistico considerato. Il risultato è riportato nella tabella seguente.

Tabella 20. Punteggi attribuiti alla diversa pendenza dei versanti. Per questa variabile i punteggi variano a seconda del gruppo faunistico in considerazione del fatto che alcuni di essi (ad esempio i rettili) sono poco influenzati da questo parametro ambientale, mentre altri ne risentono di più (ad esempio gli ungulati)

Pendenza	Avifauna	Anfibi	Rettili	Micromammiferi	Ungulati
0° - 5°	10	10	10	10	10
5° - 25°	9	9	9	9	9
25° - 40°	9	9	9	9	9
40° - 55°	8	8	8	8	6
55° - 75°	6	5	5	5	4
75° - 90°	5	2	2	2	2
Peso della variabile nell'equazione	0,4	0,3	0,2	0,3	0,8

1.2.7.2.5.2 Risultati ottenuti

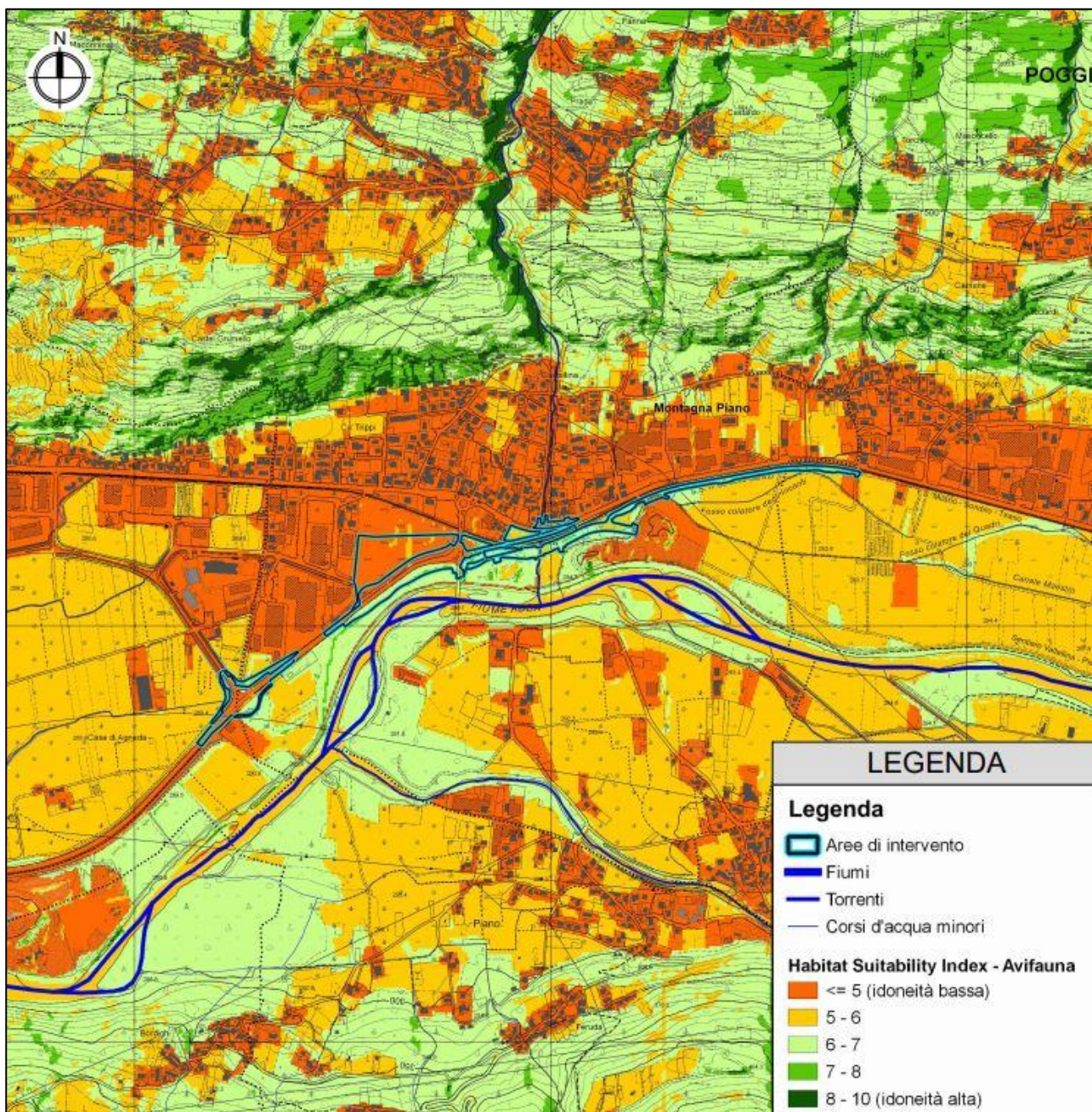
Per ogni gruppo faunistico sono state ottenuti 3 raster (uno per l'uso del suolo, uno per l'ombreggiatura, uno per la pendenza) in cui ad ogni pixel è stato assegnato un valore.

Questi 3 raster sono stati poi fusi in un unico raster finale applicando la formula per il calcolo dell'indice HSI. Il risultato è che per ogni gruppo faunistico si è arrivati ad una sola carta che prendesse in considerazione uso del suolo, ombreggiatura e pendenza, in cui per ogni pixel è indicato un punteggio di idoneità da 0 (bassa) a 10 (alta).

Di seguito si riportano gli estratti cartografici illustrati nella tavola della carta dell'idoneità faunistica e i commenti sui risultati ottenuti.

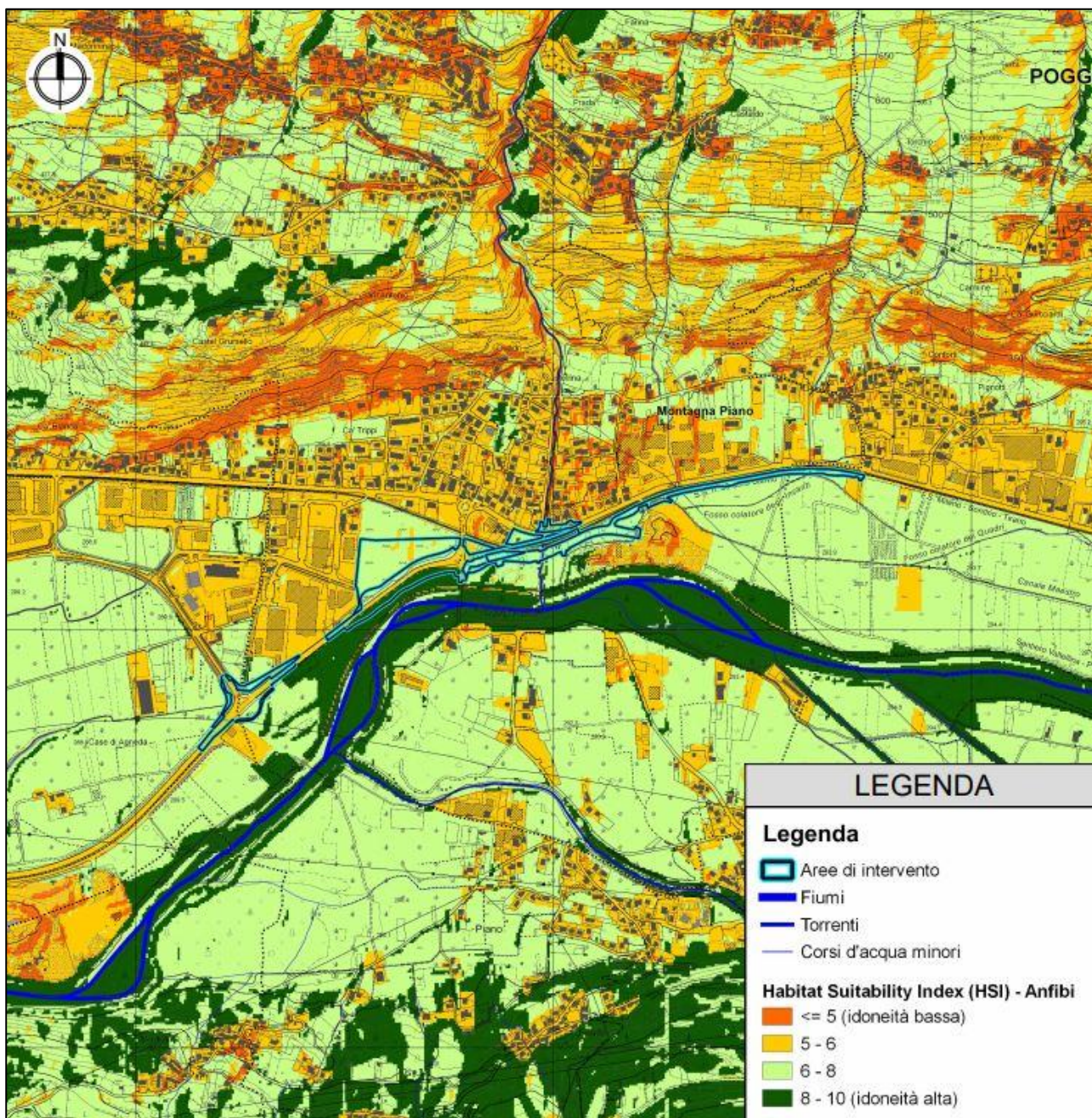
1.2.7.2.5.2.1 Avifauna

L'avifauna mostra un'idoneità maggiore sui versanti piuttosto che sul fondovalle, caratterizzato da un'urbanizzazione più concentrata, con l'unica eccezione rappresentata dalle zone pianeggianti (prati e campi agricoli) e dal Fiume Adda con le sue fasce riparie, habitat preferenziale per le specie di uccelli legate agli ambienti acquatici. L'ombreggiatura e la pendenza non rappresentano fattori significativamente limitanti per l'avifauna, infatti l'idoneità è sostanzialmente simile sia per il versante nord che per quello sud.



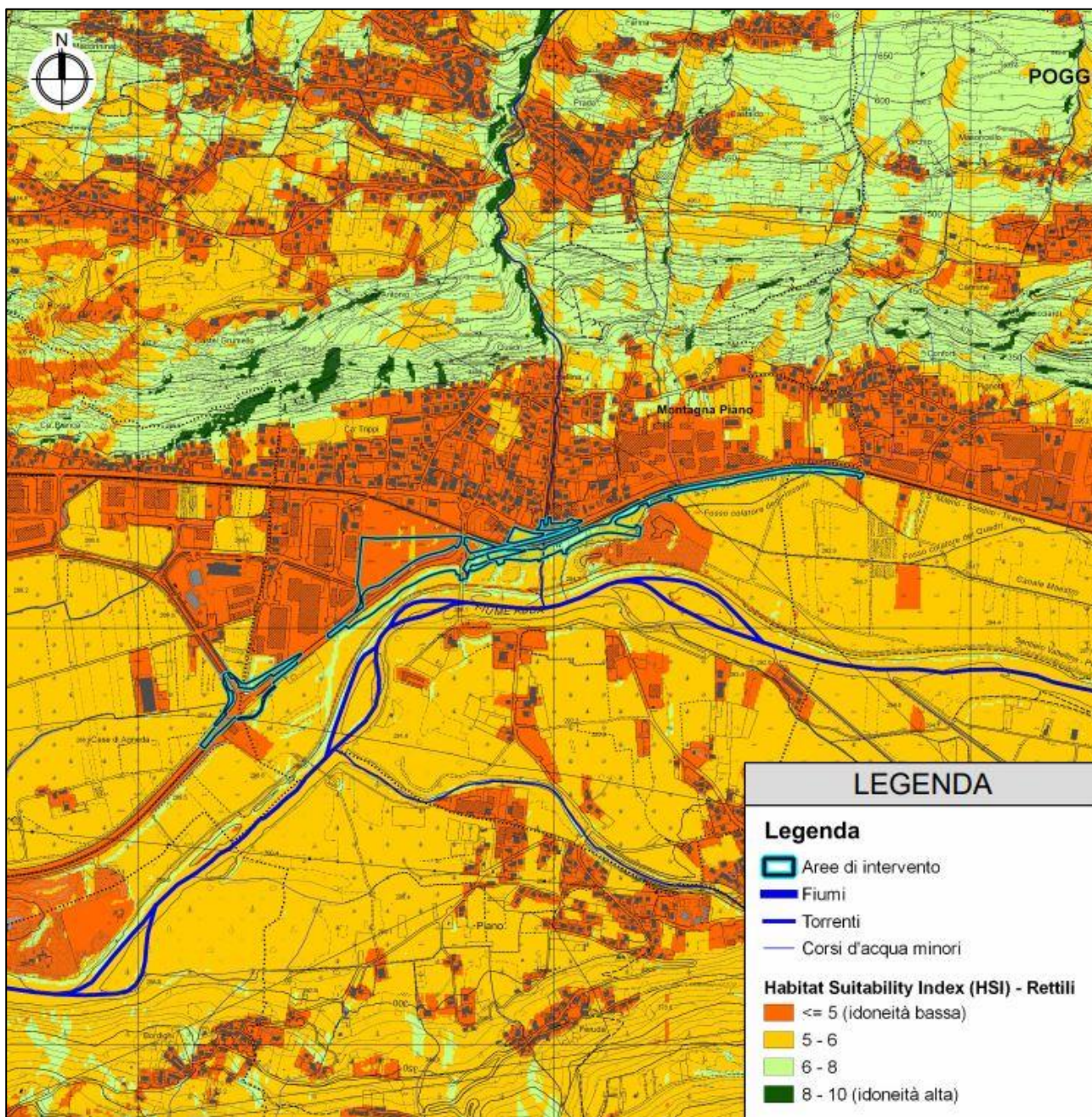
1.2.7.2.5.2.2 Anfibi

Gli anfibi mostrano in genere una preferenza per gli ambienti ombreggiati e umidi: nella carta di idoneità infatti viene evidenziata una fascia ideale per gli anfibi lungo l'alveo del Fiume Adda, nonché in poche zone più ombreggiate sul versante a nord e porzioni di territorio diffuse nel versante a sud, quindi meno soleggiate. Una buona idoneità è individuata anche nel fondovalle, ma solo nelle zone non urbanizzate. Insieme all'uso del suolo l'ombreggiatura in questo caso gioca un ruolo importante e per questo motivo versante nord e sud hanno un'idoneità ben diversa.



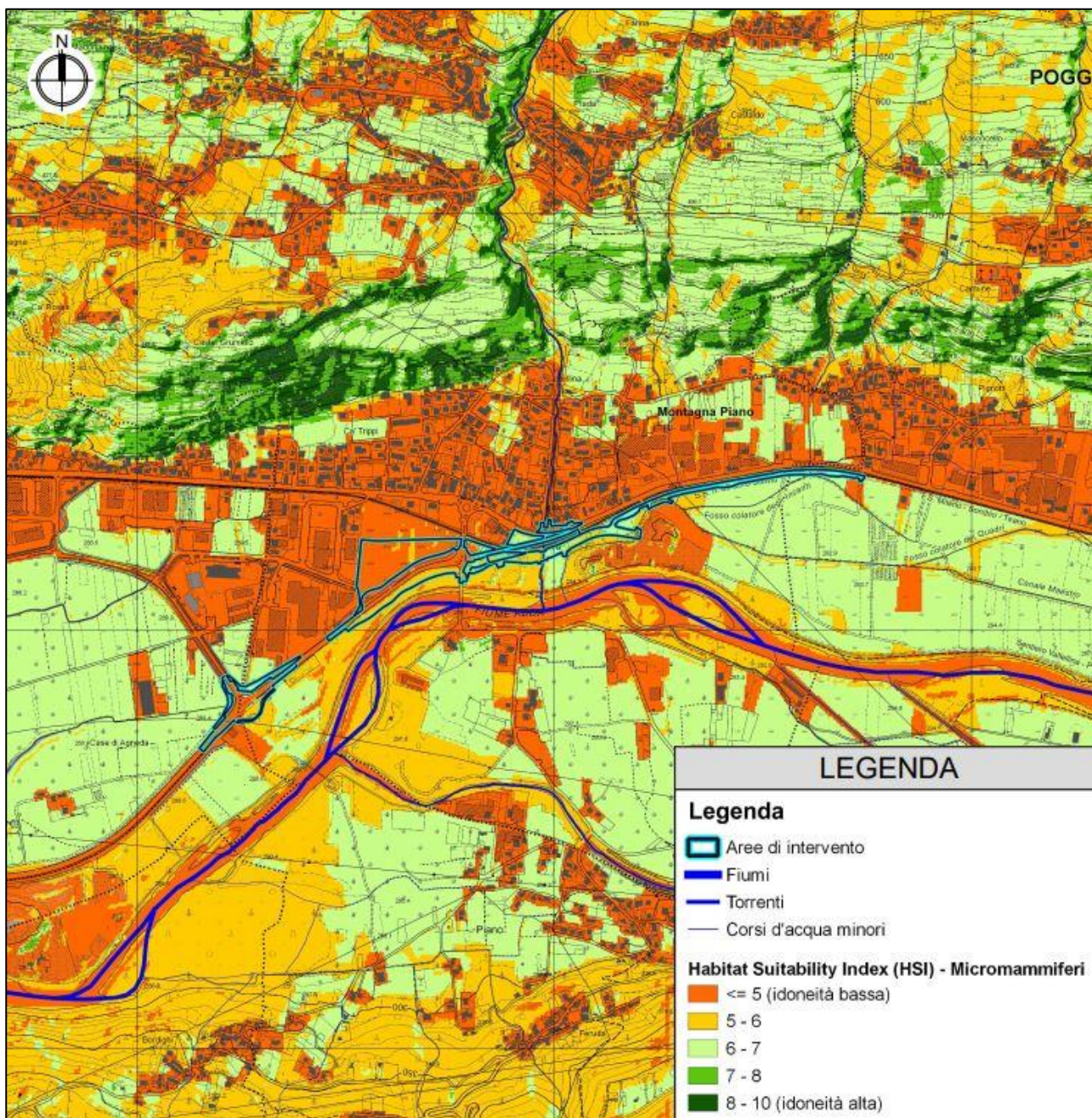
1.2.7.2.5.2.3 Rettili

I rettili, al contrario degli anfibi, mostrano in genere una preferenza per gli ambienti più soleggati: nella carta di idoneità l'alveo del Fiume Adda non è caratterizzato da un'idoneità marcata, così come tutto il fondovalle e il versante a sud, meno colpito dal sole. Ancora meno idoneo risulta il tessuto urbano. Ampie porzioni di territorio più idoneo sono localizzate sul versante a nord, ossia quello più soleggiato, anche se solo nelle zone meno antropizzate. Insieme all'uso del suolo l'ombreggiatura in questo caso gioca un ruolo importante e per questo motivo versante nord e sud hanno un'idoneità ben diversa.



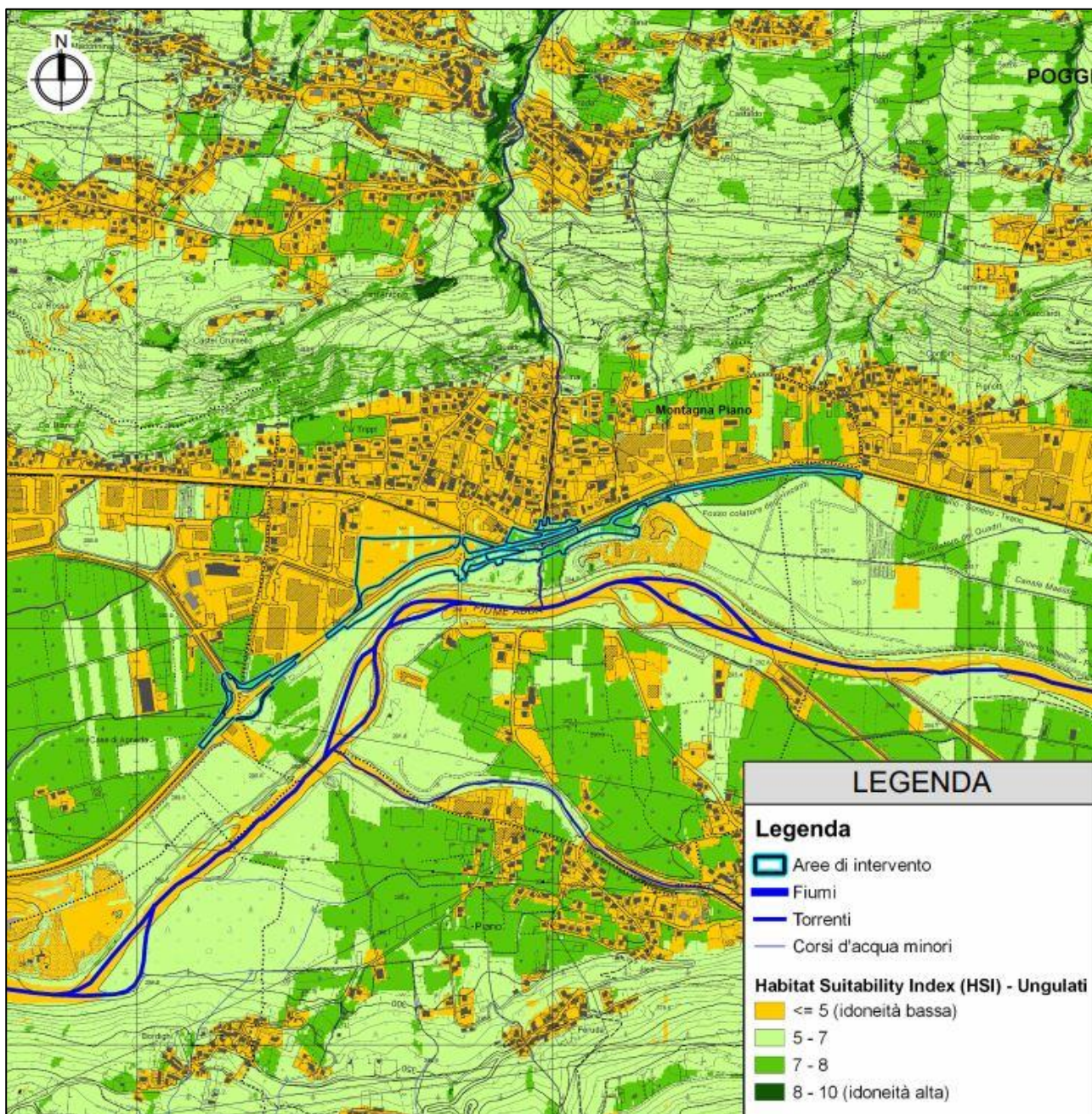
1.2.7.2.5.2.4 Micromammiferi

I micromammiferi mostrano un'idoneità maggiore sul versante a nord, ossia quello più esposto alla luce, a ridosso della fascia urbanizzata di fondovalle. Anche quest'ultimo risulta ideale per il gruppo faunistico, ma solo nelle porzioni a sud del Fiume Adda, meno urbanizzate e caratterizzate da ampi spazi come prati e terreni agricoli. La pendenza non rappresenta un fattore significativamente limitante per i micromammiferi.



1.2.7.2.5.2.5 Ungulati

Gli ungulati mostrano un'idoneità maggiore nel fondovalle caratterizzato da prati e incolti, ma anche nei boschi dei versanti nord e sud, senza distinzione in quanto l'ombreggiatura non rappresenta una variabile significativa per questo gruppo faunistico. Le zone abitate invece mostrano in modo evidente la bassa idoneità, sia sul fondovalle che sui versanti.



1.2.8 RUMORE

I recettori sensibili individuati ricadono all'interno del comune di **Sondrio (SO)** e del comune di **Montagna in Valtellina (SO)**.

Dall'esame delle cartografie (Piano di zonizzazione acustica vigenti) dei comuni di Sondrio e di Montagna in Valtellina (quest'ultimo disponibile solo in versione cartacea presso il comune), appare che i recettori individuati si trovano in:

- **Classe III ("AREE DI TIPO MISTO")**, di cui alla Tabella A dell'Allegato al DPCM 14 novembre 1997. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
- **Classe IV ("AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA")**, di cui alla Tabella A dell'Allegato al DPCM 14 novembre 1997. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
- **Classe V ("AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI")**, di cui alla Tabella A dell'Allegato al DPCM 14 novembre 1997. Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.

Dette aree, come riportato dallo stesso Allegato e come anche richiamato dalle Norme Tecniche di Attuazione del piano di classificazione acustica, sono soggette ai seguenti valori limite del livello equivalente in dB(A):

Valori limite assoluti	Classe III		Classe IV		Classe V	
	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
emissione	55	45	60	50	65	55
immissione	60	50	65	55	70	60

Tabella 6: valori di emissione e immissione dell'area in oggetto.

Di seguito si riportano gli stralci planimetrici delle zonizzazioni acustiche comunali nell'intorno dell'area oggetto di studio.

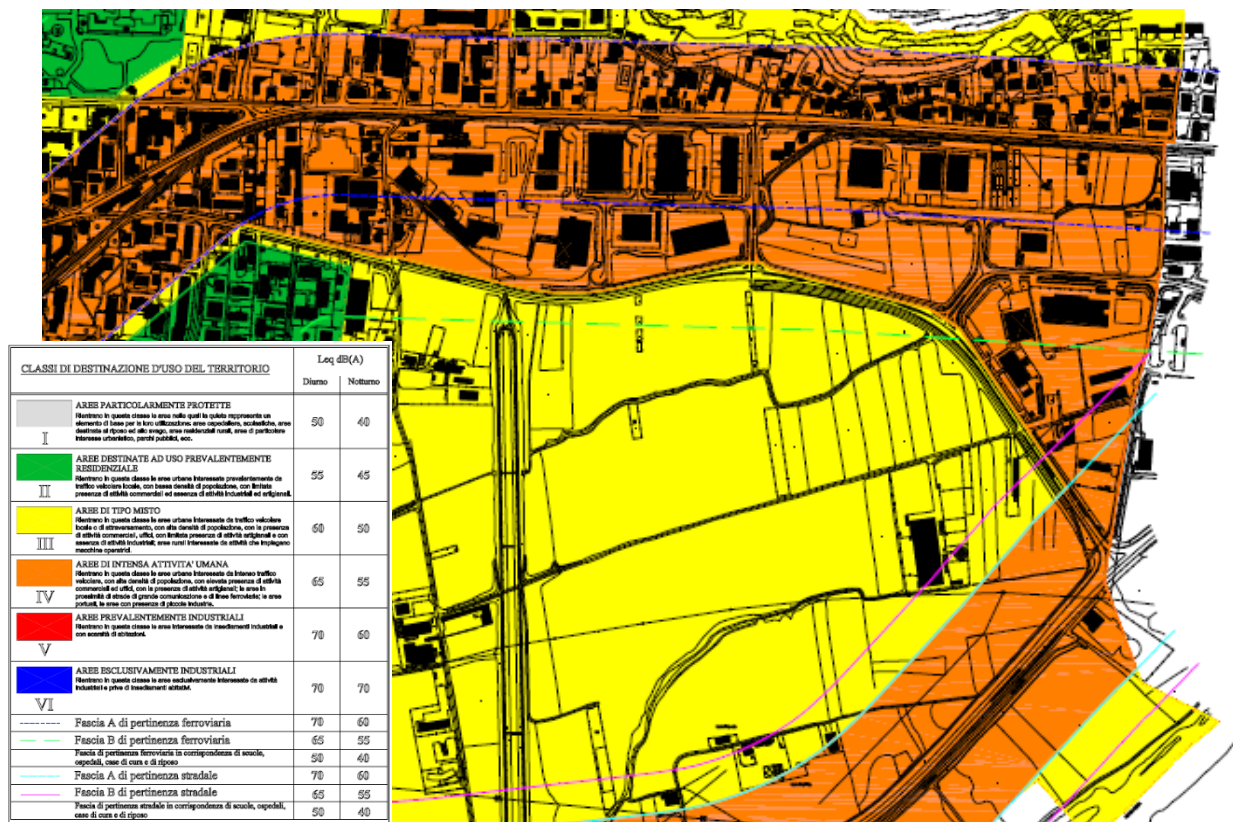


Figura 47 - Stralcio Planimetrico zonizzazione acustica comune di Sondrio.

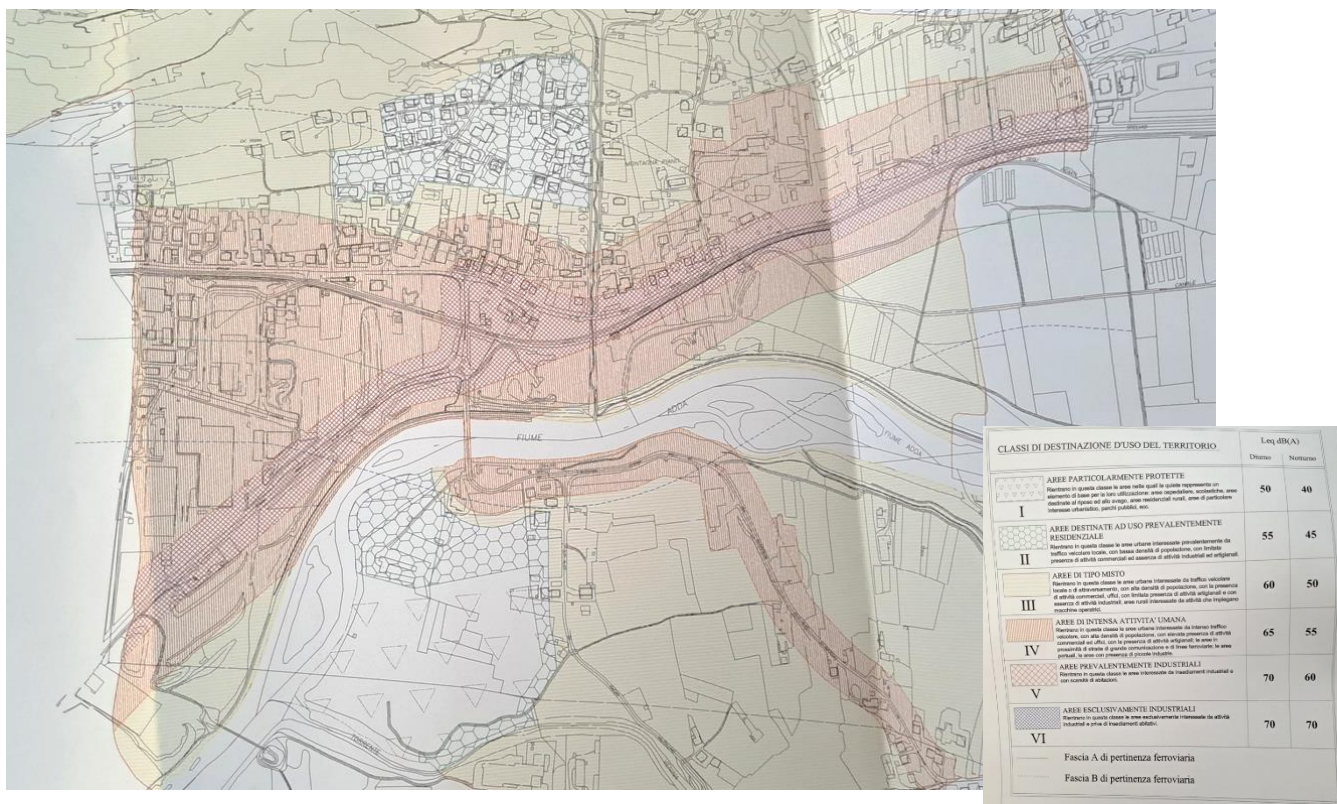


Figura 48 - Stralcio Planimetrico zonizzazione acustica comune di Montagna in Valtellina (SO).

Si riporta di seguito stralcio dei piani complessivi reperibile sul portale di Regione Lombardia con sovrapposizione delle opere di progetto:

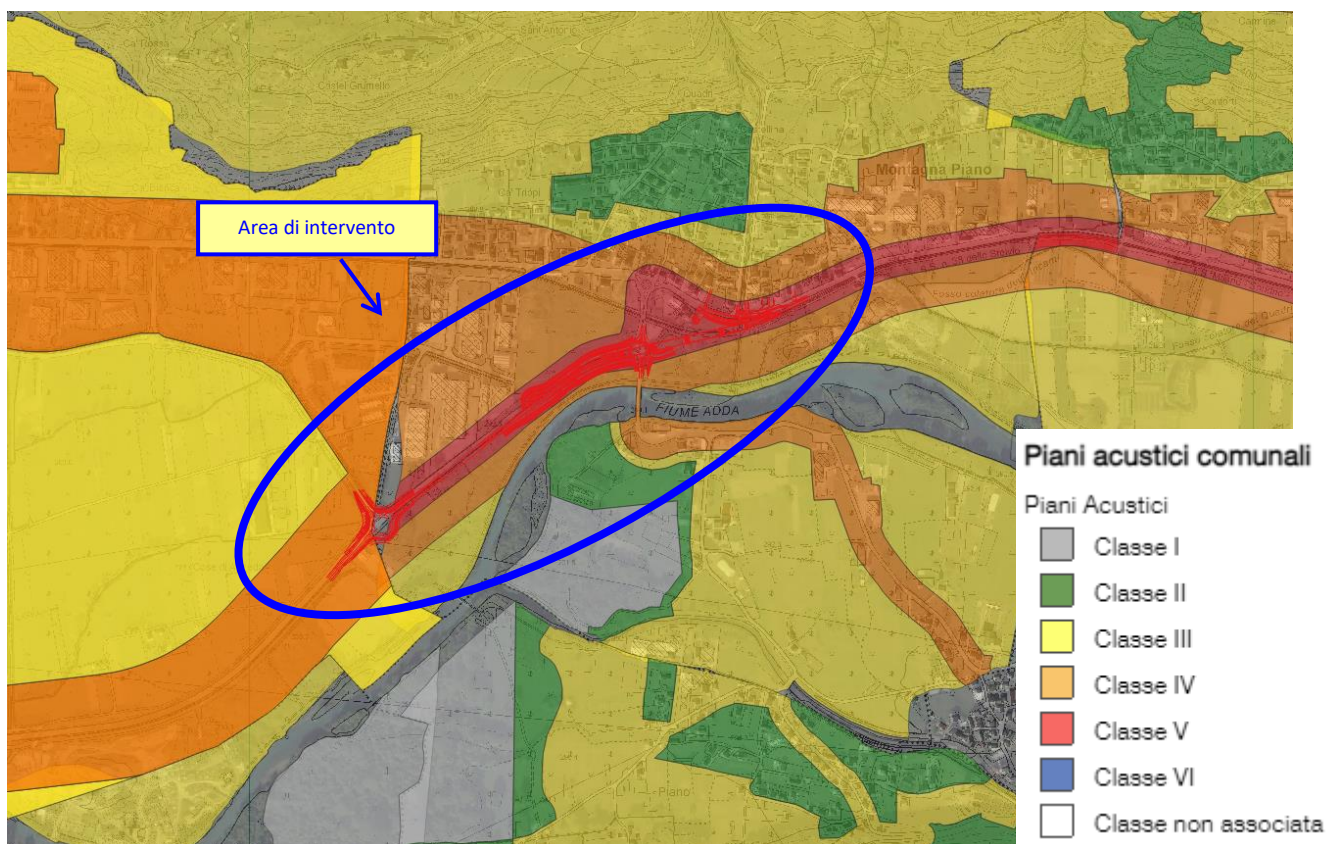


Figura 49 - Stralcio complessivo zonizzazioni acustiche. Fonte Portale Cartografico Regione Lombardia.

Allo stato attuale, le principali sorgenti sonore rilevate sono costituite da:

- Traffico stradale: l'area di indagine è attraversata dalla Strada Statale dello Stelvio, la quale costituisce un'importante sorgente dal punto di vista acustico.
- Attività produttive/industriali: a nord-ovest dell'area in oggetto sono presenti diverse attività produttive e artigianali.

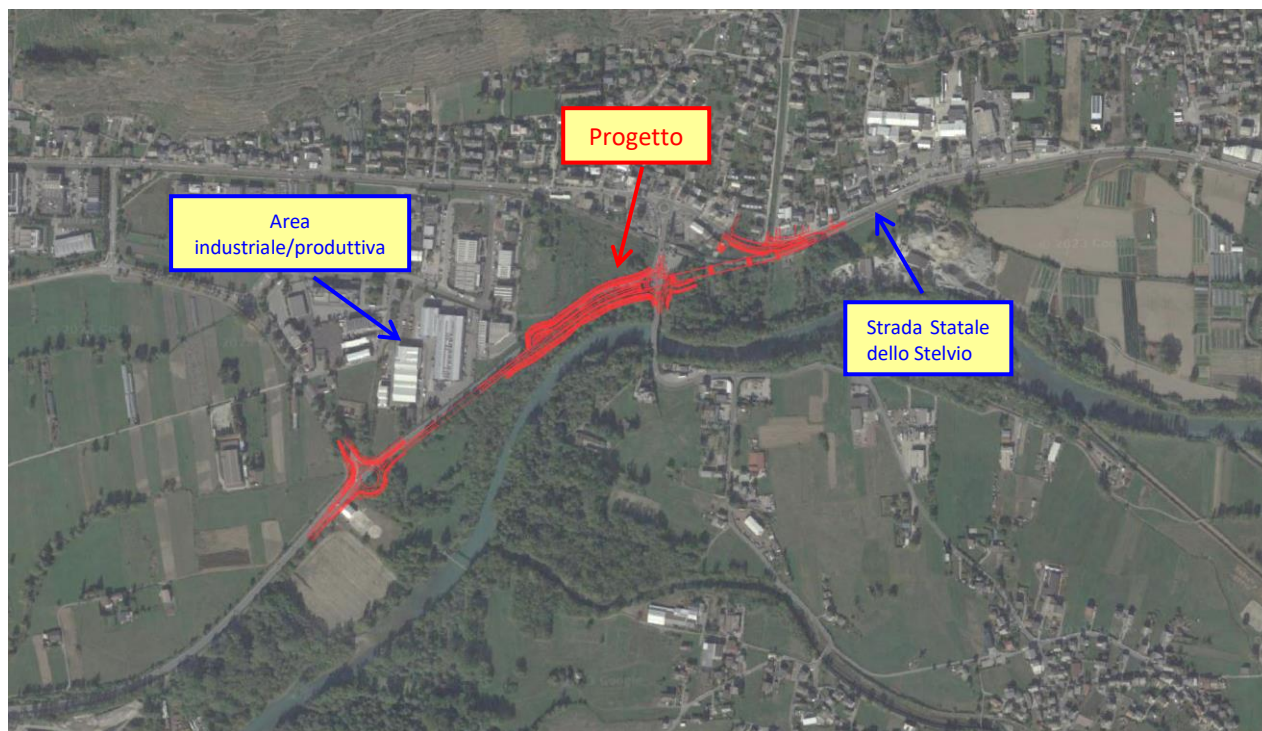


Figura 50 - Stralcio ortofoto (Google) con indicazione delle principali sorgenti rumorose che influenzano il clima acustico della zona di studio

Identificazione e descrizione dei recettori presenti nell'area di studio

La principale attività propedeutica alla redazione del presente studio è stata la caratterizzazione del cosiddetto "corpo ricettore", ossia dell'insieme di fabbricati ed aree occupati da persone o comunità potenzialmente impattati dalla nuova opera.

L'identificazione e classificazione tipologica dell'insieme dei ricettori potenzialmente impattati dalla nuova opera (corpo ricettore) è stata svolta in base a sopralluoghi e rilievi estesi all'ambito territoriale di studio interessato dall'asse principale. Si è adottata un'estensione di 400 m dal bordo del tracciato della futura infrastruttura.

Come da Linee Guida ARPA Lombardia sono stati considerati tutti gli edifici con permanenza di persone ed eventuali zone a particolare tutela. Questa fase di censimento ha prodotto un elenco dei ricettori recante, per ognuno, un codice identificativo, una localizzazione mediante coordinate puntuali, il lato dell'infrastruttura, la classe acustica di appartenenza, l'altezza dell'edificio/n. dei piani e la destinazione d'uso (residenziale, commerciale, industriale, agricola rurale, ecc...).

La descrizione dei recettori esposti al rumore della nuova infrastruttura è stata supportata da immagini, fotografie, stralci cartografici. Le informazioni relative ad ogni singola scheda ricettore sono state implementate a partire da un modello dati GIS (Geographic Information Systems). Ai fini del calcolo delle

altezze dei singoli manufatti, si specifica che il conteggio dei piani si è svolto considerando il piano terra come piano numero 1.

I risultati di tale attività sono riportati in una serie di schede monografiche, contenute nel documento "Schede di censimento dei ricettori impattati", a cui si rimanda per ogni dettaglio.

Non sono stati individuati ricettori sensibili, quali scuole, ospedali o case di riposo nell'ambito del buffer di 200 m dalla nuova infrastruttura.

Per maggiori dettagli fare riferimento alla tavola "T01IA42AMBCT01_A_Censimento recettori e punti di misura".

Punti di misura

Il **clima acustico ante operam** è stato caratterizzato mediante l'esecuzione di rilievi fonometrici in punti significativi, come indicato nella planimetria di seguito riportata, al fine di realizzare la taratura del modello acustico.

Si riporta nello stralcio planimetrico seguente i punti di misura con indicazione del corrispettivo numero univoco identificativo.

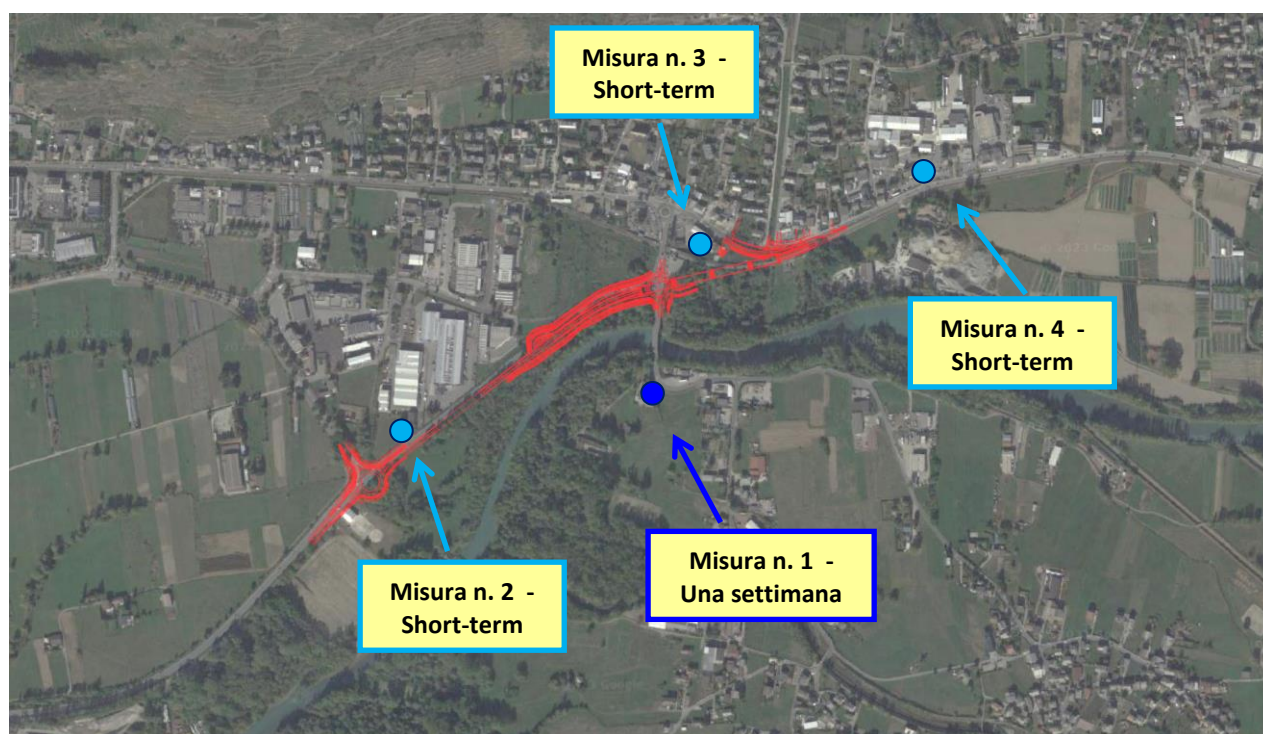


Figura 51 - Stralcio ortofoto con indicazione dell'ubicazione dei punti di misura.

Risultati indagine fonometrica

Misura lunga durata: sintesi dei dati acustici - intervalli giorno/notte

Time	Leq	L1	L5	L10	L50	L90	L95
08/06/2023 11:00-22:00 Diurno	57,2	65,5	61,4	59,8	55,3	50,4	49,1
08/06/2023 22:00-06:00 Notturmo	51,3	61,1	57,2	54,9	46,7	44,4	44,1
09/06/2023 06:00-22:00 Diurno	58,0	66,3	62,5	60,6	55,9	50,7	49,4
09/06/2023 22:00-06:00 Notturmo	51,6	60,5	56,9	54,7	45,5	45,3	44,9
10/06/2023 06:00-22:00 Diurno	55,9	64,4	59,8	58,1	53,5	48,6	47,6
10/06/2023 22:00-06:00 Notturmo	51,5	60,2	56,4	54,1	47,0	44,7	44,4
11/06/2023 06:00-22:00 Diurno	59,3	67,8	61,8	58,7	52,4	47,7	46,9
11/06/2023 22:00-06:00 Notturmo	51,0	61,3	57,2	54,5	46,1	43,8	43,5
12/06/2023 06:00-22:00 Diurno	57,6	65,9	62,6	60,8	55,2	50,0	48,7
12/06/2023 22:00-06:00 Notturmo	51,2	61,2	57,5	54,7	47,1	44,9	44,5
13/06/2023 06:00-22:00 Diurno	57,8	65,5	61,8	60,6	55,8	50,2	48,8
13/06/2023 22:00-06:00 Notturmo	51,8	60,2	56,5	54,7	49,4	46,1	45,3
14/06/2023 06:00-22:00 Diurno	57,0	65,0	60,8	59,2	54,9	50,2	48,8
14/06/2023 22:00-06:00 Notturmo	51,4	60,9	57,2	54,6	46,3	44,1	43,8
15/06/2023 06:00-22:00 Diurno	56,2	63,8	60,3	48,9	54,6	50,4	49,3

Nella seguente tabella vengono riassunti i livelli Leq settimanale:

	Leq [dB(A)]	L1	L5	L10	L50	L90	L95
Settimanale	56,3	65,0	60,8	59,0	52,9	45,7	44,8

Misure breve durata

MANDATARIA

MANDANTI

Pag. 124 di 143



FRANCHETTI



Si riassumono nella tabella seguente i risultati **LAeq** (Livello della pressione sonora equivalente) e **L1, L5, L10, L50, L90 e L95** registrati nelle misure fonometriche di breve durata (punti di misura n. 2, 3 e 4).

N. MISURA	PERIODO	LAeq [dBA]	L1 [dBA]	L5 [dBA]	L10 [dBA]	L50 [dBA]	L90 [dBA]	L95 [dBA]
2	Diurno	73,6	83,4	78,9	77,0	69,8	58,3	54,3
3	Diurno	72,8	80,3	78,0	76,1	71,3	64,6	61,9
4	Diurno	72,2	79,0	76,2	74,9	70,7	63,7	61,1

Nella successiva tabella vengono riassunti i medesimi risultati arrotondando le misure a 0,5 dB(A). Ad ogni misurazione è inoltre associata la classe di zonizzazione su cui ricade il punto di misura.

N. MISURA	PERIODO	LAeq [dBA]	L90 [dBA]	CLASSE	LIMITI IMMSSIONE	RISPETTO CLASSE
2	Diurno	73,5	58,5	V	70,0	Sì*
3	Diurno	73,0	64,5	IV	65,0	Sì*
4	Diurno	72,0	63,5	V	70,0	Sì*

* Superamento da attribuirsi esclusivamente all'intenso traffico stradale.

Sulla base dei dati fonometrici rilevati si evidenzia che il rumore di fondo dell'area d'indagine (senza quindi considerare la nuova opera in esame) risulta essere principalmente influenzato dal traffico stradale presente.

Infatti, si osserva che la differenza tra LAeq rilevato e L90 risulta molto marcata, sinonimo che gli eventi sonori registrati sono caratterizzati da eventi ridotti nel tempo ma con pressione sonora importante, tipica del traffico stradale.

Stato attuale - Ante Operam

Come prima analisi sono state eseguite le tarature del modello considerando la situazione attuale (Ante Operam). Le mappe sono state suddivise in periodo diurno e notturno.

I risultati mostrano che già allo stato attuale, vi siano situazioni in cui pare evidente il mancato rispetto dei limiti indicati presso la maggior parte dei recettori presenti.

Relativamente allo studio del clima acustico allo stato attuale si rimanda alla specifica relazione allegata al presente studio (T00IA42AMBRE01A – relazione acustica)

1.2.9 SALUTE PUBBLICA

Il presente capitolo risponde alla necessità di ottenere un quadro complessivo sullo stato di salute degli abitanti residenti in prossimità dell'infrastruttura in esame (nello specifico nei comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina), al fine 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.

La caratterizzazione dello stato attuale, in merito al fattore in esame è strutturata in due fasi:

- analisi del contesto demografico, delle condizioni socioeconomiche della popolazione e del profilo epidemiologico sanitario condotta attraverso il supporto di studi epidemiologici e di dati statistici;
- stima delle condizioni allo stato attuale della popolazione residente in prossimità dell'area in esame,

In particolare, lo scopo è quello di verificare se la presenza dell'opera rappresenterà un fattore enfaticante sul sistema antropico complessivo del territorio rispetto alla salute della popolazione.

Per l'elaborazione di questo capitolo sono stati consultati i seguenti elaborati e dati forniti da Enti preposti:

- Il Piano integrato Locale di Promozione della Salute 2022 (allegato delibera 223-2022)
- Dati statistici riferiti a Montagna in Valtellina e Sondrio forniti dal ATS Montagna a seguito di formale richiesta

1.2.9.1 Contesto demografico

Di seguito si riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area interessata dall'opera in oggetto, in riferimento all'ATS della Montagna entro la quale rientrano anche i comuni interessati dalle opere in progetto.

Il territorio dell'ATS della Montagna rappresenta la zona alpina della Lombardia caratterizzata dalla densità abitativa più bassa di tutta la Regione. L'ATS è stata costituita con delibera della Giunta Regionale della Lombardia n. X/4471 del 10/12/2015, recepita con deliberazione del D.G. n. 1 del 01/01/2016.

La Legge regionale 7 del 20/11/2018 ha ridefinito i confini dell'ATS della Montagna riassegnando 29 comuni del Distretto di Menaggio all'ATS Insubria.

L'ATS si estende su un territorio di 4.757 kmq suddiviso in 134 comuni con una popolazione di 294.237 di cui: 178.798 abitanti in 77 comuni della Valtellina (densità abitativa 56 ab/km²), 98.582 abitanti in 41 comuni della Valcamonica (densità abitativa 75 ab/km²) e 16.857 abitanti in 16 comuni del distretto Alto Lario (densità abitativa 70 ab/km²). La densità di popolazione risulta sensibilmente più elevata nel territorio della Valcamonica, mentre i comuni interessati dall'intervento, ricompresi nell'ambito Valtellina, registrano la densità abitativa più bassa con 56 ab/kmq.

Tabella 21 -densità abitativa residenti al 01/01/2021 (evidenziato in rosa l'ambito nel quale ricade l'area di intervento) – fonte ISTAT

AMBITO	SUPERFICIE (kmq)	COMUNI	RESIDENTI	DENSITA' ABITATIVA (ab/kmq)
VALTELLINA	3.196	77	178.798	56
VALCAMONICA	1.321	41	98.582	75
ALTO LARIO	240	16	16.857	70

ATS MONTAGNA	4.757	134	294.237	62
--------------	-------	-----	---------	----

1.2.9.2 Indicatori demografici

Di seguito sono presentati alcuni indicatori che permettono di caratterizzare meglio la popolazione residente nel territorio dell'ATS della Montagna, anche in rapporto a quella regionale e di valutarne l'evoluzione nel tempo.

Tabella 22 - Caratteristiche della popolazione ATS Montagna al 1° gennaio 2021 - fonte ISTAT

AMBITO	MASCHI	FEMMINE	TASSO NATALITA'
VALTELLINA	88017	90781	6.6
VALCAMONICA	49044	49538	6.5
ALTO LARIO	8334	8523	5.2
ATS MONTAGNA	145395	148842	6.5

Il tasso di natalità indica la frequenza dell'evento nascita nella popolazione generale ed è relativamente stabile di anno in anno. È un indicatore che riflette le condizioni socio-economiche e le politiche di supporto familiare di un Paese. Negli ultimi anni è costantemente in diminuzione, sia a livello nazionale, che regionale.

Nei comuni oggetto di intervento si registra il valore maggiore.

Nella Tabella seguente vengono presentati alcuni dettagli della distribuzione della popolazione nel territorio dell'ATS aggiornata al 1° gennaio 2021.

Tabella 23 - distribuzione popolazione in fasce di età - fonte dati ISTAT 2021

DISTRETTO	POP. TOTALE	0-3	4-17	18-64	65 e Oltre
VALTELLINA E ALTO LARIO	195655	5731	24401	117689	47834
VALLECAMONICA	98582	2855	12475	59463	23789
ATS MONTAGNA	294237	8586	36876	177152	71623

Il grafico seguente riporta la piramide dell'età relativa alla popolazione residente nel territorio dell'ATS della Montagna, aggiornata al 1° gennaio 2021. E' possibile osservare la numerosità della popolazione, distinta per

sesto e per età ad intervalli di 5 anni. Confrontando tra loro le singole classi di età, si osserva la maggiore densità di popolazione nella fascia 50-54 anni, con uno squilibrio tra maschi e femmine, in particolare nelle età più avanzate.

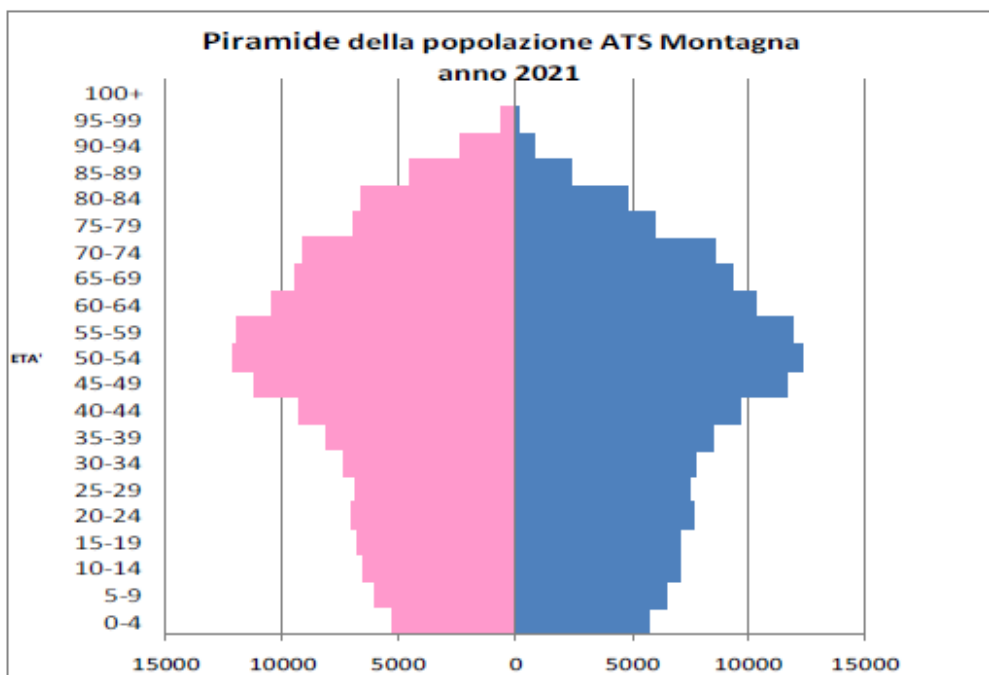


Figura 52 - Grafico | Piramide dell'età ATS Montagna – 1° gennaio 2021 – fonte ISTAT 2021

L'indice di invecchiamento, ovvero il rapporto percentuale tra la popolazione anziana (65 e oltre) e il totale della popolazione residente, indica il grado di invecchiamento della popolazione e, indirettamente, il carico sociale e sanitario che ne deriva. (Ad esempio, un indice di invecchiamento elevato comporta un maggior numero di ricoveri, essendo il tasso di ricovero più alto negli anziani).

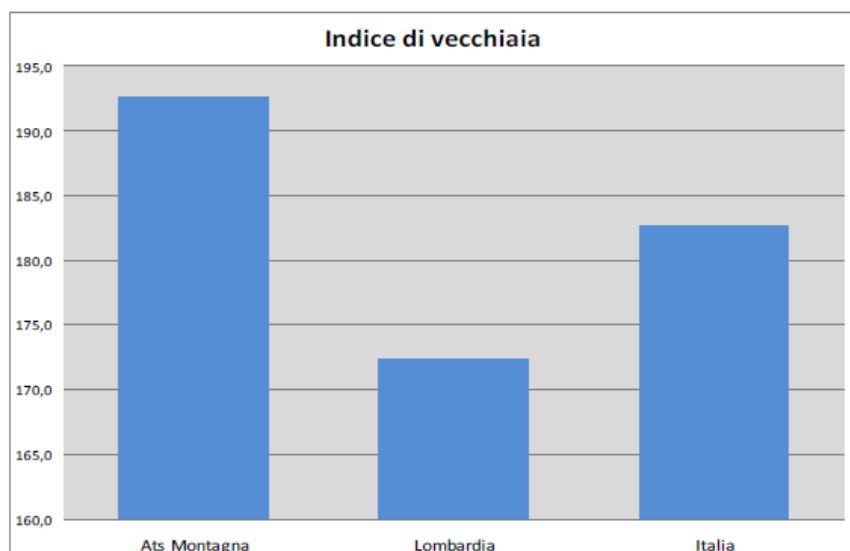


Figura 53 - Grafico | Indice di invecchiamento (x 100 ab.) nel territorio ATS della Montagna e in Lombardia fonte ISTAT 2021

L'ATS della Montagna presenta un indice di invecchiamento superiore rispetto alla media regionale e Nazionale.

Dal punto di vista della morbilità e mortalità i dati relativi all'incidenza dei tumori maligni e alla mortalità nei comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina forniti dall'ATS della Montagna sono riportati di seguito.

La tabella di seguito contiene il numero totale di nuovi tumori maligni registrati nella popolazione residente nei due comuni di interesse, per anno. La casistica fa riferimento agli anni disponibili nel Registro Tumori.

Tabella 24 – Casistica incidente tumori maligni (dato fornito da ATS della Montagna a seguito di formale richiesta)

Registro Tumori dell'ATS della Montagna					
CASI TOTALI REGISTRATI PER COMUNE PER ANNO	2013	2014	2015	2016	2017
Sondrio	202	247	224	245	219
Montagna in V.na	23	21	30	30	31

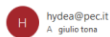
La tabella seguente contiene invece i dati di mortalità a partire dall'anno (2016).

Tabella 25 – Decessi per anno (dato fornito da ATS della Montagna a seguito di formale richiesta)

Registro delle cause di morte ATS Montagna						
CASI TOTALI REGISTRATI PER COMUNE PER ANNO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sondrio	236	248	281	298	299	266
Montagna in V.na	23	28	25	35	37	31

Si riporta di seguito copia di richiesta formale effettuata all'ATS Montagna inviata con pec in data 18/05/2023

Fw:Att.ne Direzione generale - Richiesta Dati mortalità e morbilità Comune Sondrio e Montagna in Valtellina



hydea@pec.it
A: giulio.tona



giovedì 18/05/2023 09:58

Da "hydea@pec.it" hydea@pec.it
A protocollo@pec.ats-montagna.it
Cc "luciano luciani" lluciani@hydea.it, "STEFANO MONNI" s.monni@hydea.it
Data Thu, 18 May 2023 09:56:37 +0200
Oggetto Att.ne Direzione generale - Richiesta Dati mortalità e morbilità Comune Sondrio e Montagna in Valtellina

Buongiorno,

in merito allo S.I.A. relativo al "Nuovo attraversamento in viadotto della linea ferroviaria Sondrio-Tirano e nuove connessioni alla viabilità locale tra la pk 40+000 e la pk 40+700 nei Comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina" affidatoci da ANAS con incarico "Accordo Quadro ANAS SpA DG 181/20 - Lotto 3 Strutture Territoriali di Lombardia, Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta, codice CIG 85429991CC" siamo a richiedere a codesta amministrazione i dati relativi alla Mortalità e Morbilità a livello di sezione censuaria e/o comunale relativamente ai comuni interessati dall'intervento (**Sondrio e Montagna in Valtellina**).

I dati sopra richiesti verranno utilizzati per la redazione della parte relativa all'analisi della **salute pubblica** ante operam (come previsto dalla normativa di riferimento inerente gli Studi di Impatti Ambientali).

Si precisa che saranno necessari i dati riferiti all'ultimo quinquennio partendo dal 2016 (verranno esclusi gli anni 2020 e 2021 che potrebbero avere subito alterazioni in merito all'emergenza sanitaria Covid 19).

Cordiali saluti,

GIULIO TONA

e relativa risposta con pec pervenuta in data 31/05/2023

Sistema Socio Sanitario



Regione
Lombardia

ATS Montagna

Direzione Generale

Oggetto: Dati mortalità e morbilità relativi ai comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina

Spett Hydea S.p.A.

c.a. Dr Giulio Tona

hydea@pec.it

A riscontro di quanto richiesto in data 18 maggio c.a., si trasmettono in allegato i dati estratti dal Registro Tumori e dal Registro delle cause di morte di questa Agenzia.

Con i migliori saluti

IL DIRETTORE GENERALE
Raffaello Stradoni

Il Responsabile del procedimento: dott.ssa Anna Clara Fanetti tel 0342/555882
Il responsabile della pratica: sig. Ivan Cometti

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 e s.m.i.

Sistema Socio Sanitario



ATS Montagna

Dati relativi all'incidenza dei tumori maligni e alla mortalità nei comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina

La prima tabella contiene il numero totale di nuovi tumori maligni registrati nella popolazione residente nei due comuni di interesse, per anno. La casistica fa riferimento agli anni disponibili nel Registro Tumori.

Registro Tumori dell'ATS della Montagna					
CASI TOTALI REGISTRATI PER COMUNE PER ANNO	2013	2014	2015	2016	2017
Sondrio	202	247	224	245	219
Montagna in V.na	23	21	30	30	31

Tabella 1- Casistica incidente tumori maligni

La seconda tabella contiene i dati di mortalità a partire dall'anno richiesto (2016).

Registro delle cause di morte ATS Montagna						
CASI TOTALI REGISTRATI PER COMUNE PER ANNO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sondrio	236	248	281	298	299	266
Montagna in V.na	23	28	25	35	37	31

Tabella 2- Decessi per anno

1.2.9.3 Emissioni atmosferiche ed acustiche condizionanti la salute pubblica

In considerazione del tipo di opera che verrà realizzata (adeguamento di infrastruttura viaria esistente) di seguito si va ad analizzare lo stato attuale dei possibili fattori condizionanti stato di salute della popolazione limitrofa all'opera stessa.

È stata considerata una stretta correlazione fra l'emissione del particolato atmosferico dovuto al traffico veicolare come possibile fattore in grado di condizionare l'andamento statistico attuale dello stato di salute e degli indicatori demografici riportati precedentemente.

Facendo riferimento all'analisi della componente aria precedentemente esposta emerge quanto segue:

- Relativamente all'emissione delle Polveri PM₁₀ rilevati dalla rete ARPA di Sondrio il valore limite della concentrazione media annuale non è stato superato, nel corso del 2021, per nessuna delle centraline installate. In tutte le stazioni è stato superato in diversi giorni il limite giornaliero per la protezione salute, senza però raggiungere i 35 giorni previsti dalla normativa. Gli sforamenti del limite per la media giornaliera non rappresentano una criticità univoca della provincia di Sondrio, ma più in generale di tutta la Pianura Padana. Inoltre, l'andamento annuale delle concentrazioni di PM₁₀, al pari degli altri inquinanti, mostra una marcata dipendenza stagionale, con valori più alti nel periodo invernale, a causa sia della peggiore capacità dispersiva dell'atmosfera nei mesi più freddi sia della presenza di sorgenti aggiuntive come, ad esempio, il riscaldamento domestico. Il valore massimo mensile misurato nella provincia di Sondrio si attesta sostanzialmente in prossimità del 50° percentile delle medie regionali, non evidenziando quindi alcuna criticità specifica per questo inquinante.
- Relativamente all'emissione delle Polveri PM_{2,5} rilevati dalla rete ARPA di Sondrio, confrontando i valori ottenuti con la rete di monitoraggio Regione Lombardia, in provincia di Sondrio i valori sono bassi e vengono spesso rilevate le minime medie regionali. In nessuna stazione è stato superato il limite annuale.
- Per quanto riguarda i livelli di biossido di azoto (NO₂) rilevati dalla rete ARPA di Sondrio rispetto ai valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. 155/2010 in nessuna delle centraline in esame sono stati superati, per l'anno 2021, né il valore limite della concentrazione media annua di 40 µg/m³, né il limite orario di 200 µg/m³. Sulla base dei valori rilevati non si evidenzia nessuna specifica criticità legata a questo inquinante.
- Le concentrazioni medie annue di emissioni di monossido di carbonio (CO), rilevate dalla rete ARPA di Sondrio a confronto con i valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. 155/2010, in tutte le stazioni della provincia sono risultate inferiori ad 1 mg/m³. Le concentrazioni medie massime sulle 8 ore non hanno mai superato il valore limite stabilito per la protezione della salute umana pari a 10 mg/m³. Inoltre, l'andamento delle concentrazioni medie mensili di CO registrate presso le stazioni ARPA della provincia di Sondrio sono risultate inferiori al limite normativo di riferimento per tutto il 2021.
- Relativamente all'emissione di Benzene rilevati dalla rete ARPA di Sondrio, confronto con i valori di riferimento definiti dal D.Lgs. 155/2010, in nessuna stazione è stato superato il limite annuale.

Nelle relazioni successive, relativamente all'analisi dei possibili impatti sulla componente salute pubblica e considerata la correlazione fra la variazione delle emissioni in atmosfera con un possibile effetto diretto sulla salute stessa, si farà riferimento agli impatti generati dall'opera sulla componente atmosfera in maniera direttamente proporzionale con gli impatti generati sulla componente salute.

Relativamente all'emissioni sonore si può affermare una relazione legata alle emissioni acustiche superiori ai limiti di legge come motivo di disturbo alla salute pubblica in caso di prolungata emissione o eventi puntuali ma ripetitivi. Nel caso in studio, le principali sorgenti sonore rilevate sono costituite da:

- Traffico stradale: l'area di indagine è attraversata dalla Strada Statale dello Stelvio, la quale costituisce un'importante sorgente dal punto di vista acustico.
- Attività produttive/industriali: a nord-ovest dell'area in oggetto sono presenti diverse attività produttive e artigianali.

Dai rilievi fonometrici dello stato attuale sono stati registrate situazioni in cui pare evidente il mancato rispetto dei limiti indicati presso la maggior parte dei recettori presenti.

Tali eventi sono comunque risultati ridotti nel tempo ma con pressione sonora importante, tipica del traffico stradale. A livello progettuale andrà quindi valutato se la nuova infrastruttura possa ridurre tali manifestazioni al fine di ridurre la criticità, se pur puntuale, registrata.

1.2.10 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

L'area di intervento è caratterizzata principalmente da zone urbanistiche adibite prevalentemente a uso residenziale, polifunzionale, commerciale/direzionale e a servizi pubblici; in prossimità del Fiume Adda si osserva la presenza di rimboschi recenti, spiagge, dune e alvei ghiaiosi, accumuli e affioramenti litoidi. Le opere di progetto scavalcano la linea ferroviaria Sondrio – Tirano tramite un attraversamento in viadotto e si collocano nelle vicinanze di percorsi ciclopedonali, a cavallo ed escursionistici che non vengono intaccati.

Di seguito andiamo ad analizzare i vari sistemi paesaggistici che compongono il paesaggio d'aria vasta scendo poi nel dettaglio relativamente alle componenti che riguardano direttamente l'area di intervento rimandando per una miglior comprensione, agli elaborati grafici allegati al presente SIA relativamente al paesaggio ed alla Relazione paesaggistica redatta ai fini dell'ottenimento dell'autorizzazione paesaggistica dell'opera.

1.2.10.1 SISTEMA PAESAGGISTICO DEGLI AMBITI NATURALI

L'area di progetto rientra in un tratto di media Valtellina caratterizzato dalla presenza della città di Sondrio e da un'elevata diversità ambientale. Vi si riscontra infatti la presenza nel settore settentrionale di ambienti montani tipici delle Alpi Retiche (la vetta più alta è rappresentata dal Monte Canale 2.522 m s.l.m. a nord ovest di Sondrio) che includono praterie d'alta quota, rupi e pietraie, arbusteti nani, boschi di conifere, misti e di latifoglie, torrenti.

La fascia inferiore è caratterizzata da ambienti xerotermici di grande pregio naturalistico, con prati magri e boscaglie termofile alternate a vigneti, soprattutto alle quote più basse. Degradando di quota troviamo infine la fascia di fondovalle, caratterizzata dal punto di vista naturale, dalla presenza del fiume Adda e degli ambienti ripariali.

La fascia boscata di tipo antropogeno di fondovalle, funge da cuscinetto fra il predetto ambiente naturale ripariale e l'asse infrastrutturale che percorre l'intera valle.

Se il basso versante retico sud è caratterizzato da forme agricole, il versante orobico, esposto a nord, che completa la definizione del solco vallivo, è dominato in maggior misura dalla presenza del bosco e quindi da un ambiente più naturaliforme e meno antropizzato.

Ai piedi dello stesso versante, in sinistra idraulica del fiume Adda, si evidenzia la presenza della ZPS *Riserva Naturale "Bosco dei Bordighi"* a forte valenza naturalistica.

A livello ambientale e paesaggistico quindi, l'elemento che interessa maggiormente l'intervento, ancorché non direttamente ma in quanto limitrofa ad esso, è la Riserva Naturale. Tale aspetto ha determinato la necessità di redigere la VinCA di II livello al fine di escludere le interferenze dirette ed anche indirette delle opere in progetto ed eventualmente adottare le opportune misure di mitigazione. Si rimanda per tale ragione ai relativi elaborati allegati al Progetto definitivo.

In ultima analisi nel territorio provinciale di Sondrio si nota come la complessità del sistema ambientale si mostri efficiente dal punto di vista del funzionamento delle reti ecologiche esistenti nella struttura dei paesaggi montani di rilevante naturalità e nei paesaggi collinari e vallivi di tipo bioculturale.



Figura 54 – vegetazione ripariale lungo il corso dell'Adda dal sentiero Valtellina



Figura -55 – aree boscate sul versante orobico nord

1.2.10.2 SISTEMA PAESAGGISTICO DEGLI AMBITI AGRICOLI

La tendenza economica del dopoguerra di transizione dell'economia dal settore primario a secondario ha portato in sofferenza anche il sistema paesaggistico rurale a vantaggio dell'intensa urbanizzazione (abitativa e produttiva) che ha soppiantato in parte i terreni precedentemente agricoli di fondovalle. Si riscontrano attualmente solo alcune aree intercluse fra l'asse viario (SS 38 e linea ferroviaria) ed il corso del fiume Adda dedicate ad un'agricoltura intensiva e a prati pascolabili di fondovalle.

La formazione agraria che attualmente persiste e caratterizza in maniera forte il versante retico sud, più soleggiato, è rappresentata dai terrazzamenti in pietra dedicati a vigneti e frutteti.

Tale formazione determina una sensibilità molto elevata dal punto di vista paesaggistico dell'intero versante.

Ad oggi si evidenzia però un calo di importanza dell'agricoltura di versante per la sussistenza diretta per diventare attività produttivo-commerciale oppure accessoria, residua anche di alta qualità magari, ma legata a poche realtà spesso familiari col rischio di fenomeni di abbandono e degrado.



Figura -56 – vista di terrazzamenti a vigneti sul versante Retico



Figura -57 – sistema agricolo di fondo valle

1.2.10.3 SISTEMA PAESAGGISTICO DEGLI AMBITI INFRASTRUTTURALI ED INSEDIATIVI

Nella Tavola G “Contenimento dei processi di degrado e qualificazione paesaggistica: tematiche rilevanti” del PPR, si evidenzia il corridoio di Conurbazioni lineari in Aree e ambiti di degrado paesistico provocato da processi di urbanizzazione, infrastrutturazione, pratiche e usi urbani ovvero un’area già in parte compromessa dall’attuale situazione infrastrutturale nella quale si inserisce anche l’area di intervento.

L’attuale situazione di degrado si origina dallo sviluppo socioeconomico del dopoguerra che è stato caratterizzato dalla progressiva transizione da un’economia nel suo complesso prevalentemente agricola ad un’economia legata sempre di più alle attività dei settori secondario e terziario; ne è scaturito un processo radicale di trasformazione dell’uso del territorio con la concentrazione di popolazione ed attività sul fondovalle, luogo di elezione per lo svolgersi dei nuovi processi economici, non solo per la presenza della pianura, ma anche per l’indispensabile premessa data dalla strada statale e dalla ferrovia.

Così questo tratto di fondovalle è stato investito da un forte fenomeno di urbanizzazione, comprendente cospicue espansioni rispetto ai nuclei di antica formazione. Gli insediamenti si sono in generale accresciuti con un processo di sviluppo delle porzioni già esistenti situate sui conoidi, fino a superare in ogni direzione il limite di questi ultimi ed espandersi sul fondovalle; lo spazio tra gli abitati, nelle fasce pedemontane, è stato

riempito da un collante edilizio fatto di residenze ma soprattutto di insediamenti produttivi e commerciali, che hanno ormai assunto l'aspetto di file di capannoni prefabbricati dagli aspetti più diversi, addossati soprattutto alla SS38 ma anche ad altre vie di comunicazione (ferrovia) che hanno svolto anche la funzione di barriera al dilagare dell'urbanizzazione sul fondovalle.

Si riscontrano recentemente anche fenomeni di urbanizzazione trasversali all'asse vallivo e parallele ai collegamenti analogamente diretti. In coerenza con ciò anche i versanti hanno subito una mutazione profonda, caratterizzata dall'abbandono delle aree coltivate, che assume una particolare evidenza nel caso delle ampie zone a terrazzamenti; una mutazione caratterizzata anche dalla trasformazione degli insediamenti di versante, con concentrazione della popolazione in quelli maggiori, dalla comparsa di fenomeni di espansione nei nuclei più importanti con trasformazione dell'accessibilità del territorio in relazione alla recinzione di proprietà private, dallo spopolamento degli insediamenti minori oppure sviluppo di una loro frequentazione stagionale o saltuaria nel contesto del fenomeno delle seconde case.

Restano comunque presenti ancora le linee del sistema infrastrutturale viario di mezza costa che svolgono oltre alla funzione di collegamento fra gli abitati anche quella di fruizione panoramica e di rilevanza paesaggistica dominando ampie prospettive. Tale asse viario si sviluppa prevalentemente, come già scritto, sul versante retico esposto a sud ma non è interessato direttamente dagli interventi in progetto, diventa però un punto focale di visibilità dell'opera stessa che si localizza nel fondovalle.

In quest'ultimo contesto il sistema infrastrutturale è caratterizzato dall'asse ferroviario e viario di collegamento Tirano – Sondrio (SS38) sul quale si inserisce l'opera in progetto che si configura come un adeguamento di un tratto di detta viabilità statale che si snoda in zona periurbano dell'abitato di Montagna in Valtellina. Le opere in progetto determinano un'interferenza con il tessuto produttivo lungo la SS38 localizzato in prossimità del nuovo svincolo Trippi.



Figura -58 - attività commerciali interferite lungo SS 38 (Hertz e deposito autobus)



Figura 59 - attività commerciali interferite lungo SS 38 (carrozzeria e concessionaria auto)

Il contesto urbanizzato si sviluppa tutto a nord dell'asse viario passando da residenziale a produttivo in corrispondenza della rotatoria di progetto su viale Europa.

Come scritto precedentemente l'area, in fondovalle, di intervento è quindi di tipo periurbano, dell'abitato di Montagna in Valtellina e Sondrio, con la presenza di una fascia boscata di origine antropogena (che corre parallelamente all'attuale SS 38 per quasi tutto il tratto oggetto di adeguamento) che funge da cuscinetto con la formazione boschiva di maggior pregio di tipo ripariale lungo le sponde del fiume Adda.



Figura 60 – Vista lungo la SS 38 nel tratto in affiancamento alla linea ferroviaria. Sulla sinistra si nota il popolamento arboreo di origine antropomorfa e sulla sinistra la fascia periurbana di Montagna in Valtellina

1.2.10.4 INQUADRAMENTO FRUITIVO E PERCETTIVO

L'area interessata dalle opere, oggetto della presente valutazione di impatto Ambientale, dal punto di vista fruitivo risultano affiancate da una rete sentieristica (Percorso Valtellina) che si sviluppa lungo la sponda destra dell'Adda all'interno della fascia boscata ripariale. La percezione che si ha percorrendo il sentiero in tale tratto è di immersione totale in contesto naturale, grazie alla fascia boscata presente su entrambi i lati, che però non risulterà alterato dalle operazioni di realizzazione dell'opera e dall'infrastruttura stessa.

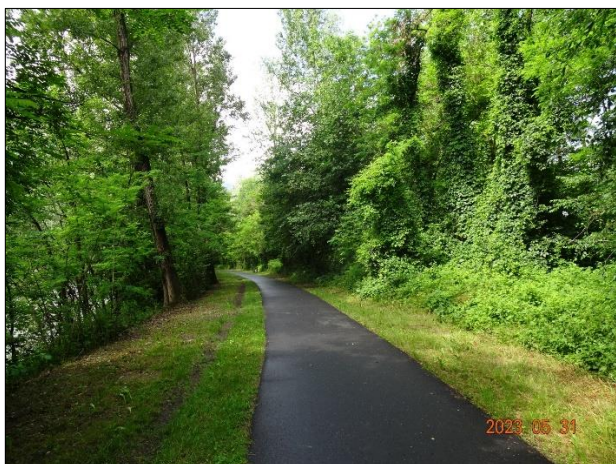


Figura 61 Tratto di sentiero interno al bosco ripariale



Figura 62 – scorcio di vista sull'Adda

Sono presenti alcuni scorci verso il versante Retico che permettono di apprezzare le caratteristiche sistemazioni terrazzate dei vigneti e alcune emergenze architettoniche presenti lungo la via di mezzacosta delle quali non viene alterata la visibilità anche a fronte delle opere in progetto. Tali emergenze risultano però punti di osservazione panoramica dai quali è possibile (se pur ad elevata distanza) percepire l'opera anche se non nei suoi dettagli e finiture costruttive.

Dal punto di vista di valenze archeologiche ed architettoniche presenti nell'intorno dell'area di progettazione non si riscontrano emergenze archeologiche, artistiche e monumentali di particolare rilievo interferenti con l'opera stessa.



Figura 63 – vista verso versante Retico e Chiesa S. Antonio sul percorso di mezza costa, dal percorso ciclopedonale in corrispondenza dell'innesto con SP 19