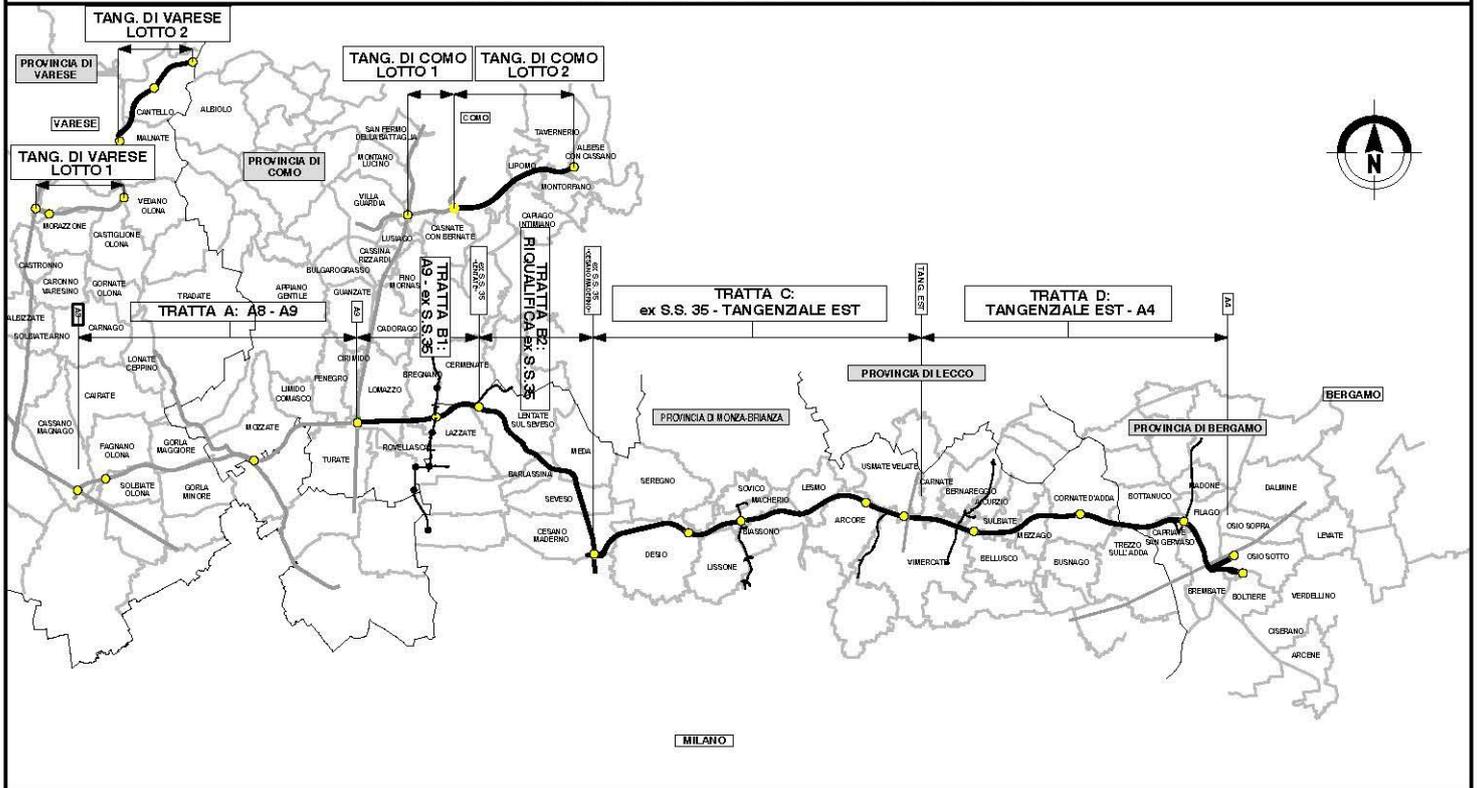


QUADRO DI UNIONE GENERALE



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE

DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B08000270007

PROGETTO ESECUTIVO TRATTA C

RELAZIONE GEOMORFOLOGICA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

FASE PROGETTUALE	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTE DI OPERA	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA
E	GG	CC	000	GE	000	RS	004	A

DATA 31 Luglio 2023

SCALA

CONTRAENTE GENERALE

PEDELOMBARDA NUOVA S.c.p.A.

DATA

REVISIONE

18 Aprile 2023	Emissione in bozza	A01
9 Giugno 2023	Aggiornamento contenuti	A02
31 Luglio 2023	Revisione a seguito di RDV PLN	A03

ELABORAZIONE PROGETTUALE

PROGETTISTI
Ing. Enio Colasante

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Carlo Listorti



Redatto
dott. Giorgio Brogioli

Vista
dott. Livia Evangelisti

Approvato
dott. Marco Sandrucci

CONCEDENTE



CONCESSIONARIO



PROGETTISTA





COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DALMINE – COMO – VARESE – VALICO DEL GAGGIOLO
E OPERE CONNESSE

PROGETTO ESECUTIVO

TRATTE B2, C, TRMI10/TRMI17/TRCO06

TRATTA C

RELAZIONE GEOMORFOLOGICA

Sommario

1. INTRODUZIONE	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
3. IDROGRAFIA.....	6
3.1 CORSI D'ACQUA PRINCIPALI.....	6
3.2 RETICOLO IDRICO MINORE.....	8
4. GEOMORFOLOGIA	11
4.1 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI.....	11
4.2 MORFOGENESI E FENOMENI DI DISSESTO.....	12
5. INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DELL'INFRASTRUTTURA 15	
5.1 INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA.....	15
BIBLIOGRAFIA.....	17

1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione geomorfologica di Progetto Esecutivo per la Tratta C e le viabilità connesse TRMI10 e TRMI17 dell'Autostrada Pedemontana Lombarda e riporta considerazioni circa l'assetto geomorfologico locale sulla base la cartografia geologica ufficiale (fogli CARG 1:50000 Seregno e Vimercate), dei dati bibliografici disponibili, di quelli raccolti presso gli enti competenti (Comuni, Regione), nonché di quelli rinvenuti durante le varie campagne di indagine geognostica di Progetto Definitivo e dalle indagini di Progetto Esecutivo, presentandone i tratti di maggiore interesse in relazione alla realizzazione dell'opera.

Nella relazione vengono illustrati i lineamenti geomorfologici principali del territorio attraversato dall'opera, l'assetto idrografico e i potenziali fenomeni di dissesto riscontrati in prossimità del tracciato, sulla base delle informazioni principalmente presenti nelle relazioni geologiche dei PGT dei comuni attraversati.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E METEOCLIMATICO

L'Autostrada Pedemontana Lombarda è una grande infrastruttura viaria che si va ad inserire nel territorio fortemente urbanizzato dell'hinterland settentrionale di Milano realizzando una connessione che parte dalla provincia di Varese fino ad arrivare alla periferia nord-orientale del capoluogo lombardo, raccordandosi alla A51. La tratta C si sviluppa dall'interconnessione con la SP35 (superstrada Milano-Meda), svincolo di Cesano Maderno, all'interconnessione con la Tangenziale Est di Milano (A51), per circa 16 km.

Il tracciato di progetto della tratta C, visualizzato in Figura 1, si sviluppa in direzione approssimativamente Ovest - Est attraversando i territori dei comuni di Cesano Maderno, Desio, Lissone, Macherio, Biassono, Lesmo, Arcore e Vimercate (Usmate viene lambito nel tratto finale). L'area interessata è situata nella media pianura Padana, a NNE della città di Milano. Dal punto di vista morfologico, il territorio risulta sub-pianeggiante, con quote comprese mediamente comprese tra 200 e 225 m s.l.m., con valori minimi in corrispondenza della valle del Lambro (180 m s.l.m.) e massimi in corrispondenza dei pianalti di Macherio-Biassono e Lesmo-Arcore, con una pendenza media del 7‰ (Figura 1).

Gli elementi idrografici principali sono costituiti dal fiume Lambro, dal torrente Molgora, dal Rio Molgorana e tributari. Il reticolo idrografico minore è sviluppato in particolare nelle aree dei rilievi collinari morenici nel settore compreso tra i Comuni di Macherio, Biassono, Lesmo e Arcore (Figura 1).

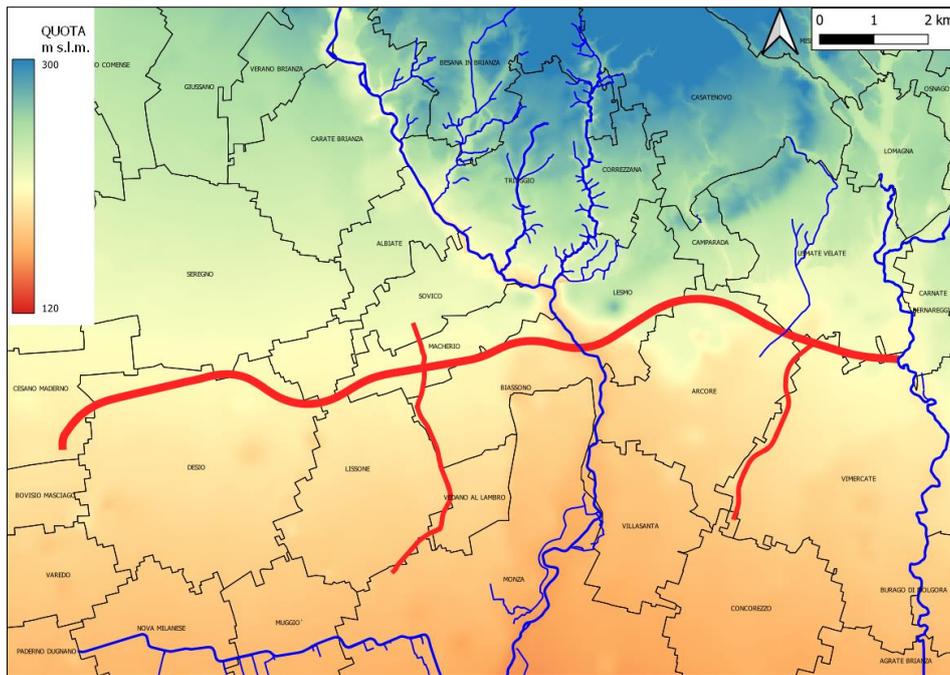


Figura 1 – inquadramento territoriale della tratta C e della TRMI10 e TRMI17

Nei grafici in Figura 2 e Figura 3 sono riportate rispettivamente le altezze di pioggia cumulata mensili e annuali e la media mensile delle temperature minime e massime per gli ultimi 10 anni (1 gennaio 2013 – 31 dicembre 2022), rilevate presso la stazione meteorologica Arpa di Osnago (LC) ubicata nelle vicinanze del tracciato della tratta C.

Mediamente nell'ultimo decennio è stato registrato un valore di pioggia cumulata annua di circa 1250 mm; l'anno più piovoso è stato il 2014 con quasi 2000 mm, mentre il 2022 è stato un anno particolarmente siccitoso con soli 583 mm; il 2015 ha registrato una piovosità (820 mm) leggermente inferiore alla media del decennio.

Nel decennio considerato i periodi più piovosi sono risultati mediamente nei mesi di maggio/giugno e ottobre/novembre, in particolare la massima pioggia mensile è stata registrata nel novembre 2014 con oltre 365 mm. Negli anni più recenti si sono osservati valori mensili prossimi o superiori a 300 mm anche nei mesi di novembre 2019 e giugno 2020. Nel decennio sono stati registrati 25 episodi meteorologici di forte intensità di cui 24 giornate con pioggia cumulata superiore a 50 mm e una giornata con valore superiore a 100 mm (10/7/2014); la massima pioggia cumulata oraria è stata rilevata il 6/6/2017 (49 mm).

Le temperature massime si registrano nel mese di luglio, con un valore medio per il decennio di 31.4 °C. Il mese più freddo è gennaio con temperature massime mediamente di 8.9 °C e minime di -1.6 °C. Mediamente sono state registrate ogni anno tra 65 giornate con temperature minime inferiori a 0 °C.

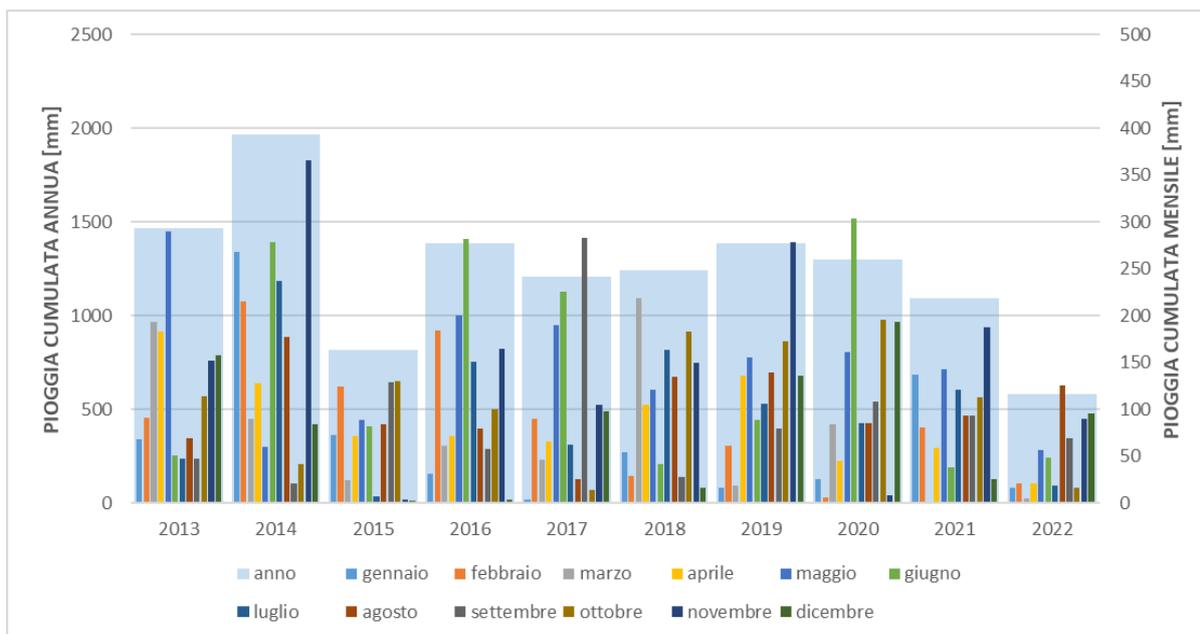


Figura 2 – pioggia cumulata mensile e annuale nel periodo 2013-2022 rilevata nella stazione meteo Arpa di Osnago

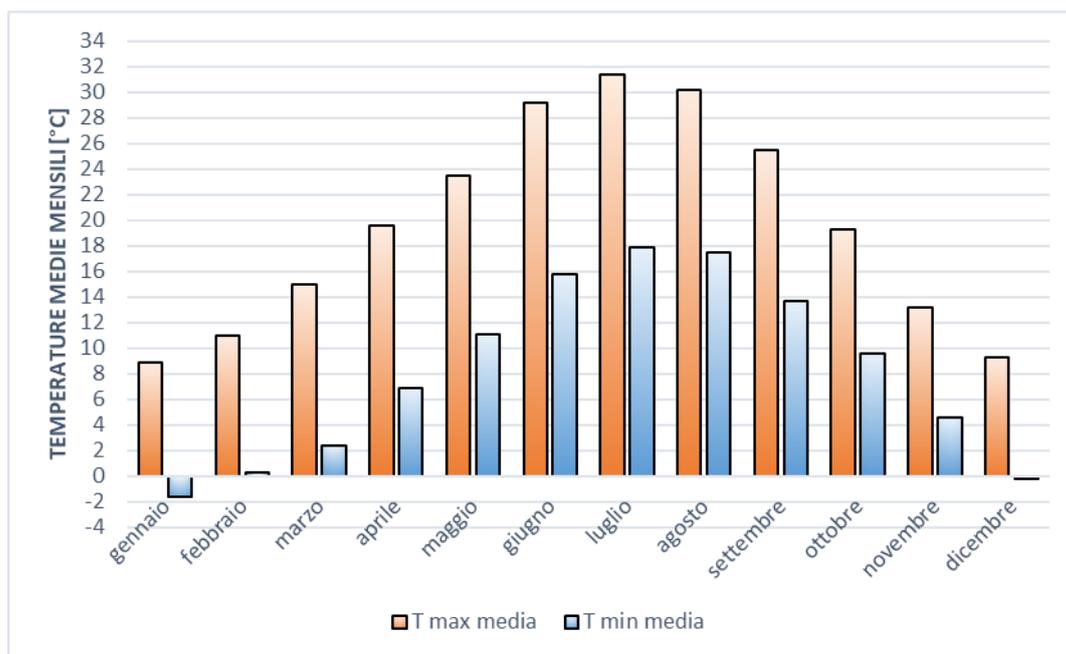


Figura 3 – valori medi delle temperature minime e massime mensili nel periodo 2013-2022 rilevate nella stazione meteo Arpa di Misinto

3. IDROGRAFIA

3.1 CORSI D’ACQUA PRINCIPALI

I corsi d’acqua principali presenti nel territorio interessato dal tracciato della Tratta C e della TRMI10 sono il fiume Lambro e il torrente Molgora; particolare importanza, per gli aspetti idraulici, assume anche il rio Molgorana e la sua rete di tributari nel territorio di Arcore.

Fiume Lambro

Il Lambro si origina dai rilievi montuosi delle Prealpi Lombarde del Triangolo Lariano, a una quota di circa 1300 m s.l.m., in Comune di Magreglio.

La superficie del bacino idrografico è pari a circa 270 km², mentre considerando unicamente il settore a valle dei laghi di Pusiano e Alserio (settore sub-lacuale) è di circa 175 km², dei quali il 20% è occupato da superficie urbanizzata.

Il Lambro riceve affluenti naturali unicamente in destra idrografica, con l'unica eccezione di una roggia posta in comune di Merone. I principali affluenti nel settore a monte della sezione d'interesse, sono le Bevere di Molteno, Veduggio e Renate, la Roggia Brovada, il Torrente Cantalupo e il Torrente Pegorino.

Il regime idrologico del F. Lambro è tipico dei fiumi prealpini, privi di ghiacciai nel bacino d'alimentazione, e risulta fortemente influenzato dagli apporti meteorici. Il regime di portata risente pertanto dell'influenza delle precipitazioni con massimi autunnali e primaverili grossomodo coincidenti con il regime pluviometrico. Il regime idraulico è di tipo torrentizio, con piene improvvise, parzialmente attenuate dalla laminazione determinata dai laghi di Pusiano e Alserio, con esaurimento del colmo di piena in circa 7-8 giorni.

Il corso del F. Lambro si sviluppa in direzione prevalente NNO-SSE, ed è caratterizzato fino all'altezza di Briosco da una valle ampia e dalla presenza di alcune zone di esondazione naturale, tra cui, le più importanti sono quella a monte dell'abitato di Molteno e quella tra Merone e Briosco.

Nel settore a sud del Lago di Pusiano il bacino è impostato in prevalenza su depositi glaciali, fluviali e alluvionali del quaternario che danno luogo ad una morfologia articolata, caratterizzata dall'alternanza di rilievi collinari e piane intermoreniche e alluvionali, queste ultime solcate da numerosi affluenti.

Nel tratto più a valle, tra Briosco e Lesmo (località Canonica, poco a Nord del tracciato della tratta C), il corso d'acqua scorre incassato mediamente di circa 20 m entro un fondovalle avente ampiezza di poche decine di metri, caratterizzato da frequenti affioramenti di depositi conglomeratico appartenenti all'unità del Ceppo Auct., che limitano la possibilità di esondazioni naturali.

Procedendo verso Sud la morfologia della valle diviene nuovamente più ampia, così come è possibile apprezzare in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino e nella zona immediatamente a monte; in tale tratto prevalgono i processi di sedimentazione rispetto a quelli di trasporto, in ragione della presenza di una corrente di tipo lento, indotta dalle numerose regimazioni idrauliche poste a valle.

Torrente Molgorana

Il torrente Molgorana ha origine nel territorio di Casatenovo, nei pressi di Cascina Levada; il settore interessato della tratta C è ubicato nel comune di Arcore, dove costeggia il tracciato della strada statale 36.

Attualmente l'intero percorso del torrente Molgorana compreso nel territorio di Arcore è tombinato e incanalato. Alcune centinaia di metri a valle, a SE della località Bernate, in sponda sinistra riceve le acque del rio Rinz, effluente dal bacino del Laghettone. Proseguendo verso SO, all'altezza dell'incrocio tra via A. Moro e via Edison, nel Torrente Molgorana si immette la roggia Molgora, anch'essa canalizzata e coperta (Cfr. Par. 3.2). Entrambi i corsi d'acqua sono attualmente parte della rete fognaria del Consorzio Alto Lambro.

Del vecchio tracciato che attraversava Villasanta per immettersi nel fiume Lambro all'interno del Parco di Monza rimane solo uno scolmatore delle acque di piena della rete consortile.

In passato, in particolare nel 1976 a seguito di intense precipitazioni, ampi settori del comune di Arcore (località di Bernate e la fascia urbana di Arcore posta lungo il corso del Molgorana) sono stati inondati dalle acque di piena provenienti dal Laghettone attraverso il rio Rinz e da Usmate-Velate. Ciò principalmente a causa di carichi eccessivi di acque bianche provenienti dai terrazzi che, sommati ai cospicui afflussi provenienti contemporaneamente da Casatenovo lungo il Torrente Molgorana superano grandemente la capacità di smaltimento della rete fognaria posta a valle, causando rigurgiti ed esondazioni. Analoghi fenomeni di esondazione si sono verificati nel territorio di Usmate-Velate nel 1993.

A mitigazione di tali fenomeni sono state successivamente eseguite opportune modifiche allo scarico del Laghettone allo scopo di migliorarne la capacità di tenuta. Inoltre, allo scopo di contenere temporaneamente i flussi di piena provenienti da Usmate-Velate, alla sponda destra del torrente Molgorana è stato collegato uno scolmatore che immette nel bacino di una cava dismessa nel territorio di Usmate utilizzata come vasca volano.

Il settore della tratta C interessato dal corso del rio Molgorana e dei suoi tributari è compreso tra le Pk 11+600 e 14+600 nella parte occidentale del comune di Arcore e al confine con il comune di Lesmo.

Torrente Molgora

Il torrente Molgora ha origine nel territorio comunale di Colle Brianza ed è caratterizzato da un ampio bacino idrografico. Nel tratto iniziale ne sono tributari alcuni piccoli corsi d'acqua e a Olgiate un ramo più importante che si origina presso Perego; proprio a Usmate riceve il suo affluente principale, il Torrente Molgoretta e si dirige decisamente verso S fino al suo sbocco nel canale della Muzza nel comune di Truccazzano.

A parte la Molgoretta non presenta affluenti importanti, neppure nel suo tratto a Sud del Comune di Usmate. Nel torrente si riversano numerosi scarichi fognari; tali immissioni, soprattutto se rapportate alle modeste portate idriche medie dei corsi d'acqua considerati, condizionano in modo determinante i regimi reali e le caratteristiche qualitative degli stessi.

Dal 1985 il suo corso è tutelato dal Parco Valle Molgora il cui limite, riportato nella Carta dei Vincoli, comprende anche la valle del Torrente Molgoretta in Comune di Usmate.

Il corso del Torrente Molgora interessa marginalmente la tratta C, essendo ubicato immediatamente ad est della parte finale del tracciato, in corrispondenza dello svincolo di raccordo con la Tagenziale Est.

3.2 RETICOLO IDRICO MINORE

Il reticolo idrico secondario si sviluppa principalmente nelle aree dei pianalti (rilievi morenici e terrazzi fluvioglaciali antichi dell'unità di C.na Fontana), caratterizzati dalla presenza di un fitto reticolo di drenaggio superficiale che raccoglie i deflussi superficiali provenienti da terreni a ridotta permeabilità. Tali corsi d'acqua hanno carattere torrentizio e si attivano con portate anche significative durante gli eventi meteorici più intensi.

Nell'area di interesse, si tratta di corsi d'acqua a regime torrentizio che sottendono bacini idrografici di estensione modesta (comunque anche di alcuni km²), alimentati da sorgenti di portata minima e discontinua, caratterizzati da portate massime legate al regime pluviometrico primaverile ed autunnale, ma che in funzione soprattutto dell'impermeabilizzazione dovuta all'espansione delle aree urbanizzate, sono caratterizzati da piene rapide che, soprattutto nei tratti apicali in cui sboccano i collettori di troppo pieno delle reti fognarie causano erosioni e dissesti di sponda che si sviluppano in terreni sciolti e interessano alvei naturali formati in origine per deflussi meno concentrati e veloci.

Il reticolo idrico minore appare sviluppato in particolare tra le pk 11+200 e 14+600 nel territorio del comune di Lesmo e soprattutto di Arcore, dove lo studio geologico del PGT ha individuato cinque alvei attivi principali, tutti affluenti di destra del torrente Molgorana, ad eccezione dell'effluente del bacino Ravanello che attualmente viene intercettato e collettato in fognatura verso il fiume Lambro. Tali corsi d'acqua sono alimentati da bacini imbriferi di limitata estensione e presentano portate idriche modeste, concentrate in occasione di piogge abbondanti. Scorrono in alvei tortuosi e profondamente incisi nel substrato argilloso, orientati verso S verso la pianura sottostante. Sono qui di seguito elencati a partire da O verso E (Par. 4.2, Figura 5).

Di seguito si riporta una descrizione dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore che possono interessare direttamente l'area del tracciato, le informazioni derivano dagli appositi studi effettuati per i PGT comunali.

Rio San Cassiano

Colatore di raccolta delle acque piovane di ruscellamento provenienti in parte dal Comune di Macherio (loc. San Cassiano), costituito da varie ramificazioni parte delle quali artificiali ed interne a proprietà privata, si imposta in corrispondenza dei pianalti mindeliani aventi scarsa capacità di infiltrazione. Per tali motivi il deflusso si verifica solo in concomitanza o successivamente alle precipitazioni. Il recapito del colatore avviene entro il collettore fognario comunale di via Pessina e, successivamente, entro il Collettore Alto Lambro.

Roggia Val Fazzola

La roggia Val Fazzola drena le acque di un'ampia porzione occidentale del territorio comunale. Il bacino idrografico ha una dimensione poco superiore a 1 km² con quota massima di 260 m s.l.m. e minima di 205 m s.l.m.

Gran parte del bacino idrografico di pertinenza comprende un ambito pianeggiante intensamente antropizzato ed è pertanto difficoltoso delimitare con precisione l'andamento degli spartiacque superficiali.

Il reticolo idrografico originario risulta completamente mascherato dall'urbanizzazione in tutta la porzione di monte del bacino idrografico; il corso d'acqua attuale prende a scorrere a giorno a valle del sottopasso della linea ferroviaria Seregno – Carnate dove si approfondisce il solco vallivo della Val Fazzola entro i terrazzi glaciali antichi. Il corso principale, caratterizzato da regime temporaneo e portate ridotte, divaga nel fondovalle pianeggiante in un alveo appena inciso entro depositi alluvionali.

Il collettore principale riceve una serie di piccoli tributari che drenano le acque superficiali provenienti dai pianalti entro cui si sviluppa la Val Fazzola. Si tratta di deflussi idrici occasionali che si raccolgono lungo strade sterrate interpoderali o in solchi di drenaggio morfologicamente appena accennati che solo in alcuni tratti si configurano come tali senza mai assumere la configurazione di un alveo stabile. Al passaggio nella piana di fondovalle, tali solchi perdono del tutto la loro configurazione prima di confluire nell'asta principale. Il deflusso idrico dei tributari, nella fattispecie rappresentato dall'occasionale concentrazione delle acque di pioggia, si spaglia infiltrandosi nel terreno senza apparente collegamento diretto con il collettore principale.

Il corso d'acqua prosegue nel comune di Arcore attraversando prati e boschi, ricevendo acque meteoriche provenienti dalle diverse vallecicole incise nelle aree rilevate sulla sponda sinistra. All'altezza di viale Brianza confluisce con l'effluente del bacino di cascina Misurata. Di qui prosegue tombinata per alcune centinaia di metri sino all'immissione nella roggia Molgora. Nonostante le portate medie siano esigue, lungo tutto il percorso e in particolare in corrispondenza delle confluenze si evidenziano marcati fenomeni di erosione (cfr. Par. 4.2).

Effluente del bacino del Ravanello

Si tratta di un piccolo fosso che scarica le acque provenienti dall'area del Ravanello. Scendendo il versante attraversa un secondo bacino in un'area boscata e, dopo la confluenza con lo scaricatore di un altro piccolo invaso prosegue sottopassando la via Monte Bianco. Qui devia nettamente verso NO costeggiando per un tratto via Monte Bianco: dopo circa 250 metri il fosso è tombinato e deviato verso il collettore consortile nella valle del Lambro. In passato il fosso proseguiva a cielo aperto piegando verso S, costeggiando il lato O di viale Monte Rosa e si esauriva spagliando le acque sui terreni agricoli circostanti. Allo stato attuale l'area di spagliamento risulta limitata agli appezzamenti immediatamente circostanti il tratto che costeggia la via Monte Bianco, infiltrandosi abbastanza rapidamente senza creare grossi problemi.

Roggia Molgora

La roggia Molgora fa ingresso nel comune di Arcore dal comune di Camparada, a monte del sottopasso ferroviario. Di qui scorre in direzione S attraversando un'area boscata distante dall'abitato. L'alveo si snoda sul fondo di una incisione stretta, tortuosa e piuttosto profonda, che presenta segni evidenti di erosione attiva delle sponde. Allo scopo di ridurre la velocità e l'energia della corrente sono state recentemente realizzate tre briglie.

Giunto all'altezza delle prime abitazioni, il corso della roggia piega decisamente verso O. Pochi metri a valle la roggia è stata coperta e canalizzata. Dalla griglia parte un tratto rettilineo la cui portata, dopo l'alluvionamento del 1993, è stata raddoppiata con un nuovo canale parallelo. Dopo circa 500 metri, all'altezza di viale Brianza, la roggia tombinata riceve le acque provenienti dai bacini di cascina Misurata e dalla roggia Valfazzola. Di qui piega a S e poi a SE sino alla confluenza col torrente Molgorana.

Rio Rinz

Ha origine nel territorio di Arcore, dopo il sottopasso ferroviario, all'uscita del bacino d'invaso del Laghettone del quale è l'unico scaricatore. Attraversa un'area boscata sino alla fine del terrazzo e giunge in pianura in località Bernate. Nel primo tratto l'alveo appare irregolare e incerto, e in alcuni punti parzialmente ingombrato da pietrame e materiali vari. Dopo il sottopasso della via Varisco, segue un tratto pianeggiante e regolare, a sezione trapezoidale, all'inizio del quale è posta un'asta idrometrica. Questo tratto prosegue con queste caratteristiche sino alla confluenza col torrente Molgorana all'altezza di via Gilera. Nel 1976 il rio Rinz diede luogo ad un'esondazione che interessò tutta la località di Bernate, cui seguirono lavori di sistemazione dell'invaso del Laghettone e di scolmatura del torrente Molgorana (vedi paragrafo t. Molgorana).

Effluente del bacino Misurata

Si origina dai due bacini di cascina Misurata al confine col comune di Camparada. Un centinaio di metri a S del rilevato ferroviario i due scaricatori dei bacini vengono intercettati e condotti in fognatura.

Tuttavia, probabilmente a causa dei detriti vegetali che trascinati dall'acqua vanno a ostruire le griglie poste all'imboccatura dei tratti fognati, in occasione di piogge abbondanti la sede stradale risulta allagata sino alla confluenza con la roggia Molgora.

4. GEOMORFOLOGIA

4.1 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

I principali agenti modellatori del territorio attraversato dal tracciato autostradale sono riconducibili all'azione dei ghiacciai e del modellamento fluviale. Nelle fasi di avanzata glaciale che si sono succedute, l'area è stata alternativamente interessata dai due agenti che sono all'origine dei depositi sedimentari che si riconoscono nell'area di studio. L'azione di tali agenti si esplica sia con la formazione di terrazzi, che possono delimitare unità geologiche differenti, sia con la presenza di paleoalvei, testimoni di corsi d'acqua non più esistenti.

A queste azioni e forme, si è sovrapposto il rimodellamento antropico che ha spesso obliterato e uniformato gli antichi dislivelli. Le azioni di rimodellamento, con il colmamento e l'asportazione di materiale per generare superfici adatte all'edificazione hanno però spesso reso di fatto indistinguibile l'originaria posizione di scarpate che, allo stato naturale, sarebbero ancora visibili.

La prima parte del tracciato, fino alla Pk 6+400 (Cesano Maderno, Desio, Lissone) si sviluppa sull'ampio terrazzo fluvioglaciale dell'unità di Besnate (unità di Guanzate) caratterizzato da una morfologia subpianeggiante con quote di 200-210 m s.l.m. e da una forte urbanizzazione; questo tratto non presenta elementi geomorfologici di rilievo.

Il tratto tra le pk 6+550 e 8+800, nel territorio di Macherio si sviluppa sul terrazzo fluvioglaciale dell'unità di Binago, anch'esso caratterizzato da una morfologia subpianeggiante che degrada dolcemente verso i quadranti sudoccidentali, con quote che passano dai 220 m slm a 203 m slm. Le antiche morfologie sono state quasi completamente assorbite dal tessuto urbanizzato che ne rendono difficile o impossibile il riconoscimento sul terreno. Il limite con il terrazzo dell'unità di Besnate posta più ad ovest, è infatti poco evidente, mascherato dall'urbanizzazione, ed è unicamente riconoscibile da un blando dislivello (circa 2 m) in corrispondenza dell'incrocio tra via Cardinal Ferrari e Viale Regina Margherita (pk 6+550).

Tra le pk 8+800 e 9+600, il tracciato attraversa il margine meridionale della cerchia morenica più antica (Unità di C.na Fontana, Morenico Mindel Auct.) rappresentati dalla morena presso il rilievo di Villa Belvedere a Macherio e del terrazzo fluvioglaciale dalla medesima unità che rappresentano la propaggine più meridionale della stessa struttura morfologica. Tale area presenta una morfologia caratterizzata da dossi schiacciati con fianchi a debole pendenza e rappresenta l'area altimetricamente più elevata dei comuni di Macherio e Biassono (quota massima di 235.63 m slm sul rilievo di Villa Belvedere) ed è bordata da scarpate aventi dislivello anche prossimo alla decina di metri.

Proseguendo verso Est il tracciato si immette nella valle del Lambro, attraversando prima il terrazzo dell'unità di Besnate (Fluviale Würm Auct.), morfologicamente costituito da un ampio ribassato di circa 10 m rispetto ai rilievi terrazzati più antichi che lo delimitano, ai quali si raccorda con versanti aventi inclinazione anche superiore a 20°.

L'incisione valliva del Lambro, caratterizzata dalla presenza dei depositi alluvionali attuali (Unità Postglaciale - Sintema de Po) è caratterizzata da orli marcati con altezze nell'ordine di 15-20 metri. Il terrazzo alluvionale recente, con quote di 178-180 m s.l.m. è esteso in questo settore in particolar modo in sinistra idrografica; questa superficie è tuttora parzialmente attiva, in quanto in parte interessata dalle piene del Lambro.

Tra le pk 11+050 e 14+000 il tracciato si sviluppa in corrispondenza del limite meridionale del grande terrazzo mindeliano ferrettizzato di Triuggio-Camparada e del retrostante cordone morenico, caratterizzati da depositi glaciali e fluvioglaciali costituiti da ghiaie e sabbie profondamente alterate, dal caratteristico colore rosso mattone, ricoperte da uno strato superficiale di limi eolici.

Morfologicamente è rappresentato da un pianalto ondulato degradante verso sud la cui superficie si eleva di circa 20 m rispetto alle zone di pianura; il raccordo avviene tramite scarpate di pendenza variabile tra 15-20% e 40%. Il pianalto è solcato da profonde incisioni, che costituiscono la rete drenante dell'altopiano e comprendono varie vallecole, relativamente strette e incise, delimitate da orli di terrazzo in genere molto marcati e con altezze mediamente nell'ordine della decina di metri, che in qualche caso raggiungono anche i 20 metri, e legate alla rete idrografica secondaria. Tali incisioni tagliate trasversalmente dal tracciato autostradale includono le valli del Rio Valfazzola, Rio della Molgora, scolmatore della Misurata e del Rio Rinz, che hanno inciso il pianalto mindeliano; in alcuni casi, come per esempio nel caso del Rio la Molgora e del Rio Valfazzola, il corso d'acqua attuale ha re-inciso i depositi del fondovalle, lasciando una serie di terrazzi recenti. Queste valli risultano attualmente ancora attive (Cfr. Par. 4.2).

Nella parte finale (pk 14+000-16+600) la morfologia è ancora caratterizzata da forme legate alla dinamica fluviale. Sono presenti orli di terrazzi degradanti, tuttavia, più blandamente e delimitanti aree relativamente più depresse e riconducibili a paleoalvei del T. Molgora e/o ad altra idrografia secondaria.

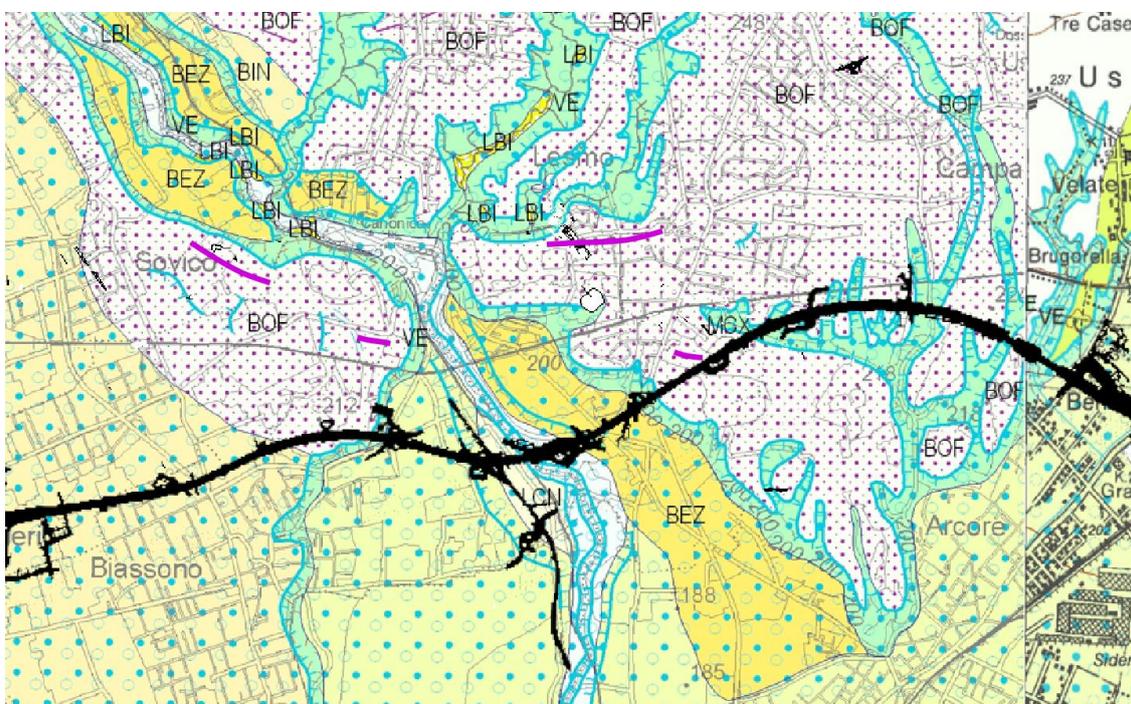


Figura 4 – tracciato in corrispondenza delle pk 8+800 (Macherio-Biassono) e 11+500-14+000 (Lesmo-Arcore), si osserva l'attraversamento della parte meridionale dei rilievi morenici di Macherio-Sovico e del pianalto di Triuggio-Camparada (BoF, in magenta sono indicati i cordoni morenici principali); si osserva l'attraversamento di diverse vallecole appartenenti al reticolo minore

4.2 MORFOGENESI E FENOMENI DI DISSESTO

Poiché il progetto si sviluppa in un'area subpianeggiante, i fenomeni di dissesto con cui esso potrebbe in teoria interferire sono legati sostanzialmente alla dinamica fluviale (erosione spondale lungo il corso del F. Lambro, erosione accelerata negli alvei del reticolo idrico minore), a processi legati alle acque superficiali (ruscellamento diffuso e concentrato, aree con ristagno idrico) e agli eventi gravitativi che si sviluppano lungo le scarpate dei terrazzi e sui pendii caratterizzati dalla presenza di depositi loessici e/o eluvio-colluviali a granulometria fine e che risultano localizzati nel settore compreso tra le pk 11+500 e 14+000. Il fenomeno di dissesto più rilevante nel territorio in oggetto è in ogni caso rappresentato dalla possibile presenza di cavità sotterranee (Occhi Pollini) per il cui approfondimento si rimanda agli elaborati EGGCC000GE00000RS003 (relazione

geologica) e EGGCC000GE00000RS001 (relazione analisi suscettibilità al fenomeno degli occhi pollini).

Aree instabili per franosità superficiale diffusa (soliflusso, scivolamenti)

Tali fenomeni, come emerge dalle cartografie dei PGT comunali, si rilevano principalmente in corrispondenza del pianalto ferrettizzato di Triuggio-Camparada, nel tratto compreso tra le 11+500 e 14+000 (Figura 5).

Tale settore è caratterizzato dalle estese coperture "loessiche" (depositi di origine eolica) e glaciali fortemente alterati. I tratti di versante maggiormente acclivi, corrispondenti ai fianchi delle valli fluviali e torrentizie che incidono profondamente la superficie del pianalto, sono interessati da dinamiche morfologiche attive. In tali settori i suoli limoso-argillosi sono localmente soggetti a fenomeni di soliflusso contraddistinti da episodi di scollamento della coltre superficiale alterata. Si tratta di fenomeni in genere di modesta estensione che hanno coinvolto spessori ridotti delle coperture innescati principalmente dall'azione disarticolante delle coperture arboree ad alto fusto presenti lungo i pendii e, secondariamente, dalle acque di dilavamento superficiale e dalle acque diffuse e concentrate provenienti dai terreni di monte oltre gli orli delle scarpate torrentizie. Il diffuso movimento in massa, tuttavia, può evolvere in veri e propri corpi di frana, anche in relazione a prolungati ed intensi eventi meteorologici.

I settori maggiormente interessati da erosione diffusa della coltre superficiale costituita da terreni fini, segnalati dalle cartografie dei PGT appaiono quelli della val Fazzola (pk circa 11+500-12+500) e ad ovest del Rio Molgora (Pk circa 12+1700 e 13+300).

Oltre ai versanti delle incisioni vallive i fenomeni di dissesto superficiale possono interessare in generale anche i versanti di raccordo tra i diversi terrazzi, in cui sono presenti depositi di copertura a granulometria prevalentemente limoso-argillosa in corrispondenza delle quali, per la significativa acclività dei pendii (compresa tra 15° e 25° circa), le dinamiche geomorfologiche in atto risultano essere maggiormente accentuate. I versanti più acclivi sono infatti caratterizzati da una maggior tendenza all'erosione del suolo da parte delle acque meteoriche ed in particolare dalle acque di ruscellamento diffuso e/o concentrato e inoltre, localmente, da eventuali sorgenti intermittenti. Tali settori sono localizzati nei versanti delle valli dei corsi d'acqua del reticolo idrico minore.

La stabilità dei depositi più profondi può raggiungere condizioni limite solo in corrispondenza di completa saturazione e/o di sorgenti temporanee che si possono instaurare sul versante tra lenti a diversa permeabilità. Il tratto più elevato di Macherio-Biassono e i ferretti tra Lesmo e Arcore possono essere sede di falde sospese locali (cfr. relazione idrogeologica elaborato EIGCC000GE00000RS005) non ben definite che possono favorire fenomeni di instabilità locali.

Fenomeni di instabilità legati a erosione in alveo

Lungo gli alvei torrentizi risultano piuttosto intense le dinamiche erosive esercitate dalle acque incanalate sia in senso verticale che laterale, l'inclinazione naturale dei pendii è localmente elevata (prossima o superiore ai 20°- 25°) e quindi la coltre superficiale dei depositi presenti può trovarsi in condizione prossima all'equilibrio limite, in particolare a seguito dell'imbibizione degli stessi o dove questi sono sollecitati dal sovraccarico e dal momento destabilizzante esercitato dagli esemplari arborei ad alto fusto.

I fenomeni di erosione accelerata in alveo caratterizzano principalmente i corsi d'acqua che presentano un alveo inciso nei depositi di fondovalle. I maggiori corsi d'acqua che presentano questa forma di erosione sono il Rio Valfazzola e il rio la Molgora (Figura 5).

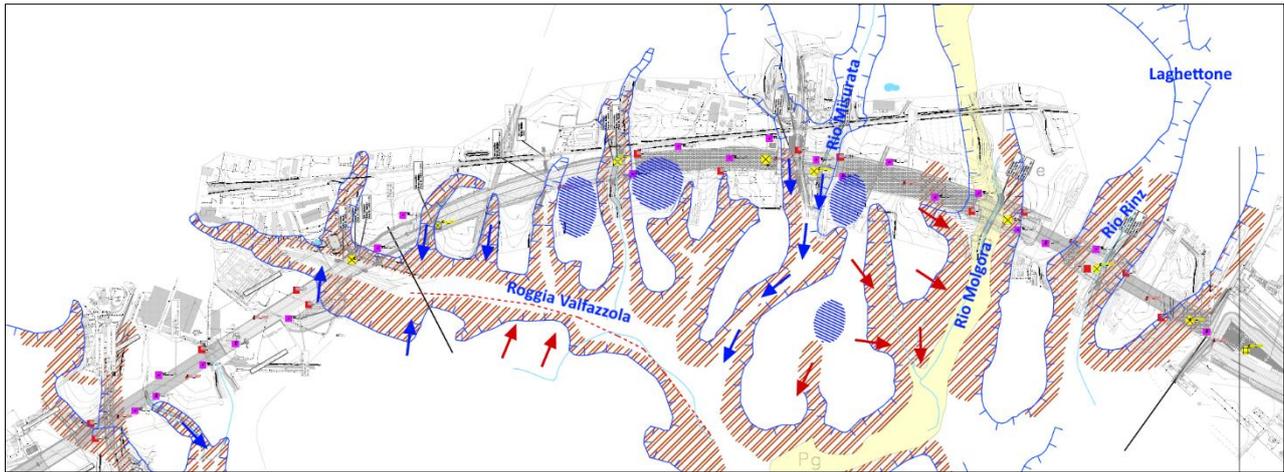


Figura 5– stralcio dalla carta geomorfologica di Progetto Esecutivo nel settore del pianalto di Triuggio-Camparada (comuni di Lesmo e Arcore, pk 11+200 e 14+600); si evidenziano l'articolato sistema del reticolo idrico minore, le aree potenzialmente instabili lungo i versanti vallivi e i fenomeni connessi all'azione delle acque superficiali (erosione in alveo, ruscellamento concentrato, aree di ristagno idrico)

Fenomeni di instabilità legati a erosione spondale

Il tipo d'erosione prevalente è quella laterale di sponda; fenomenologie in tal senso, in genere di estensione limitata e difficilmente cartografabili singolarmente, si riscontrano lungo il F. Lambro in vari punti, soprattutto all'esterno delle anse fluviali laddove la sponda è alta e maggiormente acclive.

Tale tipologia erosiva provoca una considerevole diminuzione di stabilità dei versanti a seguito dello scalzamento del piede del pendio, con conseguente arretramento progressivo, e viene talora messa in risalto dalle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni.

Particolare significatività assume la problematica che interessa la sponda sottostante C.na Grugagna, in corrispondenza della spalla Ovest del ponte sul Lambro, la quale ha comportato la necessità di operare interventi di sistemazione e regimazione idraulica per impedire il progressivo scalzamento del versante.

Tale fenomeno verrebbe oltremodo favorito dalla presenza di litologie arenaceo-sabbiose particolarmente erodibili e dal recapito in alveo, immediatamente a monte, delle acque derivanti dal collettore Consortile Alto Lambro, che comporta un incremento locale del carico idraulico.

Aree caratterizzate da ruscellamento concentrato e diffuso

Si tratta di solchi incisi dove si raccolgono le acque superficiali conseguenti al progressivo approfondimento dei rivoli che si verifica con il graduale aumento della concentrazione dei flussi entro linee preferenziali. Fenomeni di ruscellamento concentrato sono segnalati in corrispondenza del rio san Sassiano a Biassono in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, e, come precedentemente descritto all'interno delle incisioni vallive dei corsi d'acqua del pianalto di Triuggio-Camparada.

Evidenza di divagazione disordinata delle acque superficiali è segnalata nei settori in cui, per mancanza di un corso d'acqua di portata adeguata o sufficientemente inciso, le acque di precipitazione meteorica invadono il fondovalle e scendono in modo disordinato verso le aree a quota inferiore, in particolare nel territorio di Arcore nella vallecola attraversata dal tracciato circa alla pk 12+900 (Figura 5).

Aree di possibile ristagno idrico

Le aree soggette a possibili fenomeni di ristagno identificano porzioni di territorio periodicamente allagate in concomitanza di forti precipitazioni; ciò avviene per la locale conformazione topografica del suolo che, unitamente al modesto drenaggio del terreno superficiale, favorisce l'instaurarsi di detta problematica. Tali fenomeni si verificano nelle porzioni di territorio a morfologia pianeggiante e le zone depresse rispetto alle aree circostanti caratterizzate da depositi superficiali con grado di permeabilità molto basso (depositi fluvioglaciali alterati a granulometria prevalentemente limoso-argillosa). Tale problematica è piuttosto frequente ovunque sono affioranti terreni di copertura a granulometria fine, e quindi nella maggior parte del pianalto di Triuggio-Camparada (tra Lesmo e Arcore), in particolare sono segnalati dai PGT comunali nel settore compreso tra le pk 12+500 e 14+000 (tra i sondaggi SC75 e SC82, Figura 5).

Possibili fenomeni di ristagno sono segnalati anche nel comune di Biassono alla confluenza tra via Parco e via Madonna della Neve, in corrispondenza della viabilità locale a sud di C.na Grugagna.

Nei settori succitati sono possibili anche falde sospese, dall'estensione ignota.

5. INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DELL'INFRASTRUTTURA

Come descritto in dettaglio al Par. 4.2, i fenomeni di dissesto che possono interferire con l'opera lungo la tratta C sono essenzialmente legati alla dinamica fluviale (erosione spondale lungo il corso del F. Lambro, erosione accelerata negli alvei del reticolo idrico minore), a processi legati alle acque superficiali (ruscellamento diffuso e concentrato, aree con ristagno idrico) e agli eventi gravitativi che si sviluppano lungo le scarpate dei terrazzi e sui pendii caratterizzati dalla presenza di depositi loessici e/o eluvio-colluviali a granulometria fine anch'essi. Tali fenomeni possono interessare principalmente l'alveo del Fiume Lambro e i versanti delle vallecicole del reticolo idrico minore, localizzati nelle aree dei pianalti morenici nel territorio di Macherio e Biassono (Rio S. Cassiano) e nei territori di Lesmo e Arcore, nel settore compreso tra le pk 11+500 e 14+000 (cfr. Par. 3.2).

Al fine di mitigare e prevenire i fenomeni di dissesto sopra descritti, il Progetto Esecutivo prevede, nei tratti in cui sono presenti attraversamenti, con strutture che possono essere interessate dalla corrente, interventi di protezione di protezione spondale, realizzata con scogliere in massi di cava opportunamente estese sia a monte sia a valle delle strutture in progetto. Tali interventi sono previsti sia nell'alveo del Fiume Lambro a protezione dei plinti del ponte, sia in corrispondenza degli attraversamenti degli alvei del reticolo minore. Per i dettagli relativi alle modalità di realizzazione delle opere di protezione si rimanda agli elaborati specifici (EIDCCM00GE00044ID001A01 – Studio di compatibilità idraulica, corsi d'acqua secondati, relazione idraulica di calcolo e relative tavole).

5.1 INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Per gli interventi di protezione e sistemazione spondale e delle scarpate, è previsto anche l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica, quali:

- Posa in opera di strati di terreno vegetale da sottoporre a semina di specie erbose autoctone (ovvero realizzato con zolle erbose)
- Utilizzo di talee di arbusti autoctoni (salici o equivalenti) ad elevato indice di attecchimento a rinforzo delle scogliere di massi e dei versanti

- Protezioni spondali con coperture diffuse con astoni in legno ancorati alla parte sporgente dei paletti e al piede dell'opera mediante fili di ferro zincato per legature e copertura con strato di terreno vegetale

Per maggiori dettagli sulle modalità di esecuzione degli interventi si rimanda agli specifici elaborati.

BIBLIOGRAFIA

- Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000, foglio 096 Seregno – Servizio Geologico D'Italia
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Comune di Cesano Maderno
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Comune di Desio
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Comune di Lissone
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Comune di Macherio
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Comune di Biassono
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Comune di Lesmo
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Comune di Arcore
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Comune di Usmate-Velate