

AUTOSTRADA (A4) : TORINO - VENEZIA

TRATTO: MILANO - BERGAMO

ADEGUAMENTO DELLO SVINCOLO DI DALMINE

PROGETTO DEFINITIVO


DOCUMENTAZIONE GENERALE

GESTIONE TERRE

Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo
ai sensi del D.P.R. 120/2017

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Davide Canuti Ord. Ingg. Milano n.21033 RESPONSABILE AMBIENTE	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Andrea Ceppi Ord. Ingg. Milano N. A26059	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI
--	--	--

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE 02
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	SCALA
110402	LL00	PD	DG	GEN	00000	00000	E	A MB	1000	0	-

 gruppo Atlantia	PROJECT MANAGER:				SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE		
	Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. A21082								n.	data	
									0	NOVEMBRE 2018	
	REDATTO:				VERIFICATO:				1		
									2	-	
3									-		
								4	-		

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing.Stefano Storoni	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
---	---

**AUTOSTRADA A4: TORINO È VENEZIA
TRATTO: MILANO - BERGAMO**

ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE

PROGETTO DEFINITIVO

**PIANO DI UTILIZZO
DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO
ai sensi del D.P.R. 120/2017**

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO	5
1.2	DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO.....	8
2	INQUADRAMENTO GENERALE	9
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	9
2.1.1	<i>Destinazione d'uso urbanistica</i>	10
2.1.1.1	Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR)	11
2.1.1.2	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)	13
2.1.1.3	Gli strumenti urbanistici locali: il Piano di Governo del Territorio (PGT).....	15
2.2	INQUADRAMENTO PROGETTUALE	16
2.3	L'ASSE STRADALE	18
2.3.1	<i>Inquadramento normativo</i>	18
2.3.2	<i>Piattaforma stradale</i>	18
2.3.3	<i>Pavimentazioni</i>	20
2.4	OPERE D'ARTE PRINCIPALI	21
2.4.1	<i>Cavalcavia sull'Autostrada A4</i>	21
2.4.2	<i>Sottovia di accesso al Casello</i>	22
2.5	INSERIMENTO AMBIENTALE.....	23
2.6	CANTIERIZZAZIONE	24
2.7	CAPOSALDI TOPOGRAFICI	27
2.8	DATI CATASTALI.....	27
2.9	INTERFERENZE	28
2.10	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORGOLOGICO E IDROGEOLOGICO	28
2.10.1	<i>Inquadramento geologico</i>	29
2.10.2	<i>Planimetria geologica</i>	31
2.10.3	<i>Unità del sottosuolo</i>	34
2.10.4	<i>Inquadramento geomorfologico</i>	36
2.10.5	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	38
2.10.6	<i>Piezometria della prima falda</i>	40
2.10.7	<i>Descrizione dell'area di interesse progettuale</i>	43
2.10.8	<i>Caratterizzazione geotecnica</i>	44
2.11	LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017	45
2.11.1	<i>Asse di progetto</i>	46
2.11.2	<i>Opere d'arte principali</i>	48

2.11.2.1	Cavalcavia sull'Autostrada A4.....	48
2.11.2.2	Sottovia di accesso al Casello.....	48
2.11.3	Barriere acustiche.....	49
2.11.4	Rimodellamento morfologico dell'area interclusa.....	49
2.11.5	Aree di cantiere.....	51
2.11.5.1	Aree di deposito intermedio ed in attesa di utilizzo.....	51
3	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO.....	53
3.1	CONOSCENZE PREGRESSE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO.....	53
3.1.1	Uso del suolo.....	53
3.1.2	Anagrafe regionale dei siti contaminati.....	54
3.2	IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017.....	55
3.2.1	Campagne di indagine per la caratterizzazione dei terreni in sito.....	55
3.2.2	Criteri di ubicazione dei punti di indagine.....	55
3.2.3	Metodologia di indagine.....	56
3.2.3.1	Ubicazione dei punti e caratteristiche tecniche di indagine.....	56
3.2.3.2	Metodiche di campionamento.....	59
3.2.3.3	Periodi di campionamento.....	60
3.2.3.4	Check-list inquinanti analizzati.....	60
3.2.3.5	Analisi chimiche di laboratorio.....	60
3.2.4	Risultati dell'indagine ambientale.....	61
3.2.5	Conclusioni.....	64
3.3	COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO.....	65
4	MODALITÀ DI SCAVO E DI UTILIZZO E TECNICHE APPLICATE.....	66
4.1	OPERE ALL'APERTO.....	66
4.1.1	Scavi da scotico.....	67
4.1.2	Scavi di sbancamento.....	67
4.1.3	Rinterri e ritombamenti.....	67
4.1.4	Formazione rilevati e rimodellamenti.....	67
4.1.4.1	Procedura per la stabilizzazione con legante idraulico.....	68
4.1.5	Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione.....	69
4.2	NORMALE PRATICA INDUSTRIALE.....	69
4.2.1	Vagliatura.....	70
4.2.2	Frantumazione.....	70
4.3	INCLUSIONI.....	70

4.3.1	Utilizzo di miscele di perforazione.....	70
4.4	GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI	71
5	SITI DI PRODUZIONE, DEPOSITO ED UTILIZZO	72
5.1	PRINCIPALI SITI DI PRODUZIONE TERRE	72
5.2	SITO DI DEPOSITO INTERMEDIO.....	73
5.2.1	Caratteristiche e tipologie dell'area di deposito intermedio.....	73
5.3	PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE.....	74
5.4	BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO	75
6	CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA.....	77
6.1	CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE	78
7	GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE.....	79
7.1	VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO	79
7.2	PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI	79
7.3	DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO	80

ALLEGATI

AMB1001: ALLEGATO 1	Certificati di analisi in laboratorio ai sensi del DPR 120/2017
AMB1002: ALLEGATO 2	Planimetria dei siti di scavo, di deposito e di utilizzo
AMB1003: ALLEGATO 3	Inquadramento territoriale e urbanistico

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce il Piano di Utilizzo dei materiali da scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017, relativamente al progetto stradale per la realizzazione dell'adeguamento dello svincolo di Dalmine sull'autostrada A4 Milano . Bergamo.

L'intervento si colloca al km 168+000 dell'autostrada A4 Torino . Trieste nella Tratta Milano . Bergamo e interessa gli ambiti periurbani dei comuni di Dalmine e di Stezzano, entrambi in provincia di Bergamo.

La realizzazione delle opere in progetto si rende necessaria per una connessione efficace tra le due infrastrutture stradali di rango primario presenti sul territorio (autostrada A4 e tangenziale sud di Bergamo); connessione adeguata all'importanza delle infrastrutture stesse all'interno della rete viaria principale della Provincia di Bergamo, ottenendo nel contempo la diversione dei flussi di traffico dall'area urbana di Dalmine.

Il progetto preliminare di Fattibilità tecnica ed economica dell'intervento è stato sottoposto a procedura di Verifica di assoggettabilità presso il Ministero dell'Ambiente, conclusasi con esito favorevole con prescrizioni (Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018).

Il presente Piano di utilizzo ai sensi del DPR 120/2017 è predisposto in ottemperanza alla condizione ambientale 1.b di seguito riportata integralmente:

1. Durante lo sviluppo della progettazione definitiva il proponente dovrà provvedere a:

[ō]

1.b predisporre e sottoporre al MATTM, per la verifica di cui all'art. 9 del D.P.R. 120/2017, il Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo, nell'ottica di maggior tutela dell'interesse ambientale a favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento delle terre provenienti dagli scavi;

Il presente documento è pertanto riferito all'art. 9 del D.P.R. 120/2017 che costituisce il Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, emanato ai sensi dell'articolo 184-bis, del D.Lgs. 152/06.

Il Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Regolamento, costituisce dunque parte integrante del Progetto Definitivo e descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento stradale.

Il documento indica le quantità e le modalità di gestione delle terre e dei materiali che si originano nell'ambito delle attività di realizzazione delle opere, nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo,

nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il Piano di Utilizzo, pertanto, contiene le informazioni necessarie ad appurare che i materiali derivanti dalle operazioni di scavo eseguite per la realizzazione dell'opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal Regolamento e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i.

Tale approccio risponde all'esigenza di migliorare l'uso delle risorse naturali limitando, di fatto, il ricorso all'approvvigionamento di materiali da cava, e di prevenire, nel rispetto dell'art. 179, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., la produzione di rifiuti.

Il Proponente, ai sensi dell'art. 17, comma 1 del Regolamento, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'intervento, darà specifica comunicazione all'Autorità competente sulle generalità dell'esecutore. A far data dalla suddetta comunicazione, l'esecutore sarà tenuto a far proprio e rispettare il presente Piano di Utilizzo e ne diverrà responsabile. L'esecutore sarà inoltre tenuto a redigere la modulistica necessaria a garantire la tracciabilità del materiale da scavo.

1.1 STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO

Oltre il corrente capitolo introduttivo, il documento è strutturato in altri 6 capitoli, in relazione ai punti essenziali nella gestione dei materiali da scavo (quantificazione, qualificazione, destinazione e tracciabilità) e a quanto stabilito dall'art. 9 e dall'allegato 5 del Regolamento di cui al D.P.R. 120/2017.

Nel capitolo 2 sono descritti gli inquadramenti territoriale, progettuale e geologico.

Nel capitolo 3 vengono descritte le campagne di indagine eseguite per la caratterizzazione dei terreni in sito, svolte nell'ambito della Progettazione Definitiva al fine di valutare la qualità del chimismo del suolo interessato dall'opera in oggetto.

Nel capitolo 4 vengono descritte le operazioni di scavo ed i trattamenti di normale pratica industriale previsti.

Nel capitolo 5 sono descritti i siti di movimentazione dei materiali secondo le diverse tipologie di opere presso cui vengono prodotte le terre e rocce (siti di produzione), quelle presso cui i materiali scavati vengono depositati in via provvisoria (siti di deposito) e quelle utilizzate per la realizzazione dell'opera o parti di essa (siti di utilizzo).

Nel capitolo 6 si riportano le modalità con cui l'impresa esecutrice dovrà effettuare le eventuali ulteriori caratterizzazioni in corso d'opera sui materiali da scavo.

Infine, nel capitolo 7, sono descritte le caratteristiche e le modalità di deposito e di trasporto e la documentazione per la tracciabilità.

In allegato sono riportati:

- AMB1001: Rapporti di Prova delle indagini ambientali ai sensi del D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e D.P.R. 120/2017 della fase progettuale definitiva;
- AMB1002: Elaborati grafici con localizzazione dei siti di produzione, di deposito e di destinazione dei materiali da scavo;
- AMB1003: Elaborati grafici dell'inquadramento territoriale e urbanistico
- AMB1004: procedura trattamento con legante idraulico

Al presente documento, si allega anche un elenco degli elaborati di progetto, che completano il set informativo richiesto dall'allegato 5 del DPR120/2017, che vengono richiamati nel testo del Piano di Utilizzo.

Tabella 1-1 Elenco elaborati di progetto definitivo di approfondimento al Piano di Utilizzo

Codice dell'elaborato		Titolo dell'elaborato
		DOCUMENTAZIONE GENERALE
		PARTE GENERALE
GEN	0002	Relazione tecnico-illustrativa
CAP	0001	Diagramma lavori
CCP	0010	Bilancio generale delle terre
STD	0005	Corografia generale e localizzazione territoriale
STD	0006	Planimetria generale d'inquadramento
GEN	0010	Planimetria delle suddivisioni in WBS
		GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA e IDROGEOLOGIA
GEO	0001	Relazione geologica (in allegato contiene carta e profilo geologico)
		GEOTECNICA
APE	0001	Relazione geotecnica
		ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE
		PARTE STRADALE
STD	0018	Planimetria di progetto
STD	0019	Profili longitudinali Rampe A1 e A3
STD	0020	Profili longitudinali Rampa A2, A4 e A5

Codice dell'elaborato		Titolo dell'elaborato
		IDROLOGIA E IDRAULICA
IDR		INTERFERENZE IDROGRAFICHE
IDR	0001	Interventi di sistemazione idraulica:
IDR	0002	Interventi di sistemazione idraulica:
IDR		SISTEMA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA
IDR	0011	Particolari costruttivi sistema di drenaggio
IDR	0012	Planimetria sistema di drenaggio
		OPERE D'ARTE MAGGIORI
		VI001-Cavalcavia autostrada A4
STR	0010	Planimetria Generale e Sezioni
APE	0035	Spalla SpA - Planimetria, prospetto berlinese e sezioni
APE	0036	Spalla SpB - Planimetria, prospetto berlinese e sezioni
		ST001-Sottovia ramo di uscita
STR	0030	Planimetria Generale e Sezioni
APE	0040	Planimetrie fasi 1÷2
APE	0041	Planimetrie fasi 3÷4
		ST003-Sottovia viabilità esattori
STR	0030	Planimetria Generale e Sezioni
		ASPETTI AMBIENTALI
		INSERIMENTO AMBIENTALE
AUA	0200	Rimodellamento morfologico
		CANTIERIZZAZIONE E FASI COSTRUTTIVE
		AREE DI CANTIERE CAVE DEPOSITI
CAP	0100	Ubicazione cave e depositi
CAP	0201	Ubicazione aree di cantiere
		INTERFERENZE
ESC	0010	Planimetria di censimento delle interferenze
ESC	0011	Planimetrie di risoluzione delle interferenze Tav. 1
ESC	0012	Planimetrie di risoluzione delle interferenze Tav. 2
ESC	0013	Planimetrie di risoluzione delle interferenze Tav. 3
ESC	0014	Planimetrie di risoluzione delle interferenze Tav. 4
		ESPROPRI

AUTOSTRADA A4: TORINO . VENEZIA
TRATTO: MILANO - BERGAMO
ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE
Progetto Definitivo . Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo

Codice dell'elaborato		Titolo dell'elaborato
ESC	0001	Relazione illustrativa dei parametri dei costi delle espropriazioni
ESC	0002	Comune di Dalmine Elenco ditte
ESC	0003	Comune di Dalmine Piano particellare
ESC	0004	Comune di Stezzano Elenco ditte
ESC	0005	Comune di Stezzano Piano particellare
		TOPOGRAFIA
GCT	0001	Relazione tecnica e monografie dei vertici

1.2 DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO

La durata complessiva dei lavori, desumibile da cronoprogramma, è pari a 16 mesi.

La durata di validità del Piano di Utilizzo, pari alla durata dei lavori, è pertanto di 16 mesi a partire dalla data di inizio dei lavori. Con riferimento a quanto indicato in art. 14, comma 1 del D.P.R. 120/2017, si indica che i lavori avranno inizio entro due anni dalla data di presentazione del Piano di Utilizzo.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento si colloca al km 168+000 dell'autostrada A4 Torino - Trieste nella Tratta Milano - Bergamo e interessa gli ambiti periurbani dei comuni di Dalmine e di Stezzano, entrambi in provincia di Bergamo.

La realizzazione delle opere in progetto si rende necessaria per una connessione efficace tra le due infrastrutture stradali di rango primario presenti sul territorio (autostrada A4 e tangenziale sud di Bergamo); connessione adeguata all'importanza delle infrastrutture stesse all'interno della rete viaria principale della Provincia di Bergamo, ottenendo nel contempo la diversione dei flussi di traffico dall'area urbana di Dalmine.

L'attuale svincolo di Dalmine, situato al confine tra questo comune e il comune di Stezzano permette la connessione tra l'autostrada A4 e la Tangenziale Sud di Bergamo (SS470dir) nel tratto compreso tra la rotatoria con la SS525 e la rotatoria di Stezzano (via Guzzanica).

La Tangenziale Sud rientra in un più articolato sistema tangenziale del capoluogo provinciale costituito da 3 parti: tangenziale Est (Valle Seriana), Tangenziale Sud (dal casello autostradale di Seriate a quello di Dalmine) e tangenziale Ovest (Valle Brembana).

In corrispondenza dell'attraversamento dell'autostrada A4 la Tangenziale Sud si collega alla viabilità ordinaria con due rotatorie a due livelli: quella a nord dell'autostrada A4 connette la tangenziale con la SS n. 525, quella a sud dell'autostrada permette l'accesso al centro urbano di Stezzano.

La connessione attuale tra A4 e Tangenziale Sud di Bergamo è parziale perché gli accessi avvengono solo dalla carreggiata sud di questa e le uscite si innestano solo sulla nord: in questo modo le altre manovre sono concentrate sulla rotatoria con la SS525, deprimendone la funzionalità.

L'adeguamento dello svincolo rappresenta quindi l'elemento necessario per realizzare la connessione tra le due infrastrutture in modo efficace e proporzionato alla loro importanza nella rete viaria principale della Provincia di Bergamo.

Il punto di forza principale della nuova configurazione del nodo di Dalmine risiede nell'aumentare la permeabilità reciproca tra le infrastrutture stradali presenti diminuendo le interferenze con la viabilità ordinaria, grazie alla realizzazione di una connessione tra due infrastrutture dalle caratteristiche omogenee, garantendo una funzionale distribuzione dei diversi flussi veicolari.

Lo snesto diretto dei flussi veicolari provenienti dall'autostrada A4 sulla Tangenziale sud di Bergamo consente infatti di drenare il traffico del quadrante sud della provincia senza interessare gli abitati e la viabilità locale.

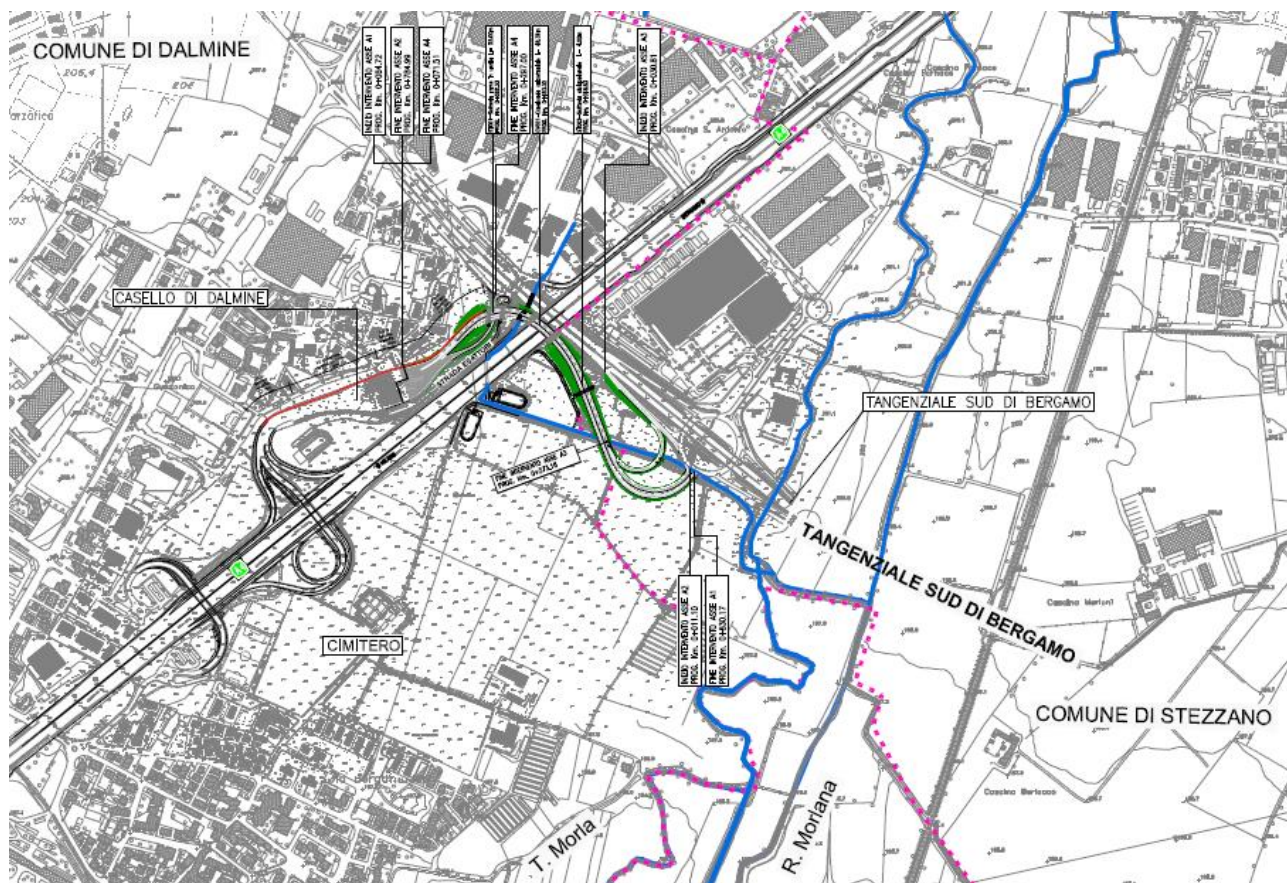


Figura 2-1 Corografia generale

2.1.1 Destinazione d'uso urbanistica

Per quanto riguarda la destinazione d'uso urbanistica dei siti di produzione, destinazione e deposito intermedio si riporta nel seguito l'inquadramento urbanistico delle aree di intervento e dei cantieri, completato dagli elaborati grafici contenuti nel volume AMB1001 allegato.

L'analisi è stata condotta consultando ed analizzando gli strumenti urbanistici vigenti ai vari livelli: dal Piano Territoriale Regionale della regione Lombardia, passando per il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della provincia di Bergamo, fino al Piano di Governo del Territorio dei comuni di Dalmine e Stezzano.

2.1.1.1 Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR)

Il Piano Territoriale Paesistico Regionale della Lombardia (nel seguito: PTPR), approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n°VII/197 del 6.III.2001, disciplina e indirizza la tutela e la valorizzazione paesaggistica dell'intero territorio lombardo, perseguendo obiettivi di:

- conservazione dei caratteri che definiscono l'identità e la leggibilità dei paesaggi della Lombardia;
- miglioramento della qualità paesaggistica ed architettonica degli interventi di trasformazione del territorio;
- diffusione della consapevolezza dei valori paesaggistici e loro fruizione da parte dei cittadini.

Il Piano Territoriale Regionale (nel seguito: PTR), in applicazione alla L.R.12/2005 (art.19), ha natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico ai sensi della legislazione nazionale; in tal senso assume, consolida e aggiorna il PTPR vigente e ne integra la sezione normativa.

Il PTPR diviene così una sezione specifica del PTR, disciplina paesaggistica dello stesso, mantenendo comunque una compiuta unitarietà ed identità.

Il PTR contiene inoltre una serie di elaborati che vanno ad integrare ed aggiornare il PTPR approvato nel 2001, assumendo gli aggiornamenti apportati allo stesso dalla Giunta Regionale nel corso del 2008 con il DGR VIII/6447.

Le indicazioni del PTPR vengono poi dettagliate a livello locale dai diversi strumenti di pianificazione territoriale e di governo del territorio.

Il Piano suddivide la Regione in **ambiti geografici** che rappresentano territori organici, di riconosciuta identità geografica, spazialmente differenziati, dove si riscontrano componenti morfologiche e situazioni paesistiche peculiari.

All'interno degli ambiti geografici, il territorio è ulteriormente modulato in **unità tipologiche di paesaggio**, che corrispondono ad aree caratterizzate da una omogeneità percettiva, fondata sulla ripetitività dei motivi, sull'organicità e unità dei contenuti e delle situazioni naturali e antropiche.

Lo svincolo in progetto, nello specifico, risulta ubicato nell'ambito geografico della Pianura Bergamasca, andando ad interessare, per quanto riguarda gli spazi aperti, l'unità tipologica di paesaggio della Bassa Pianura (come mostrato nella Figura 2-2).

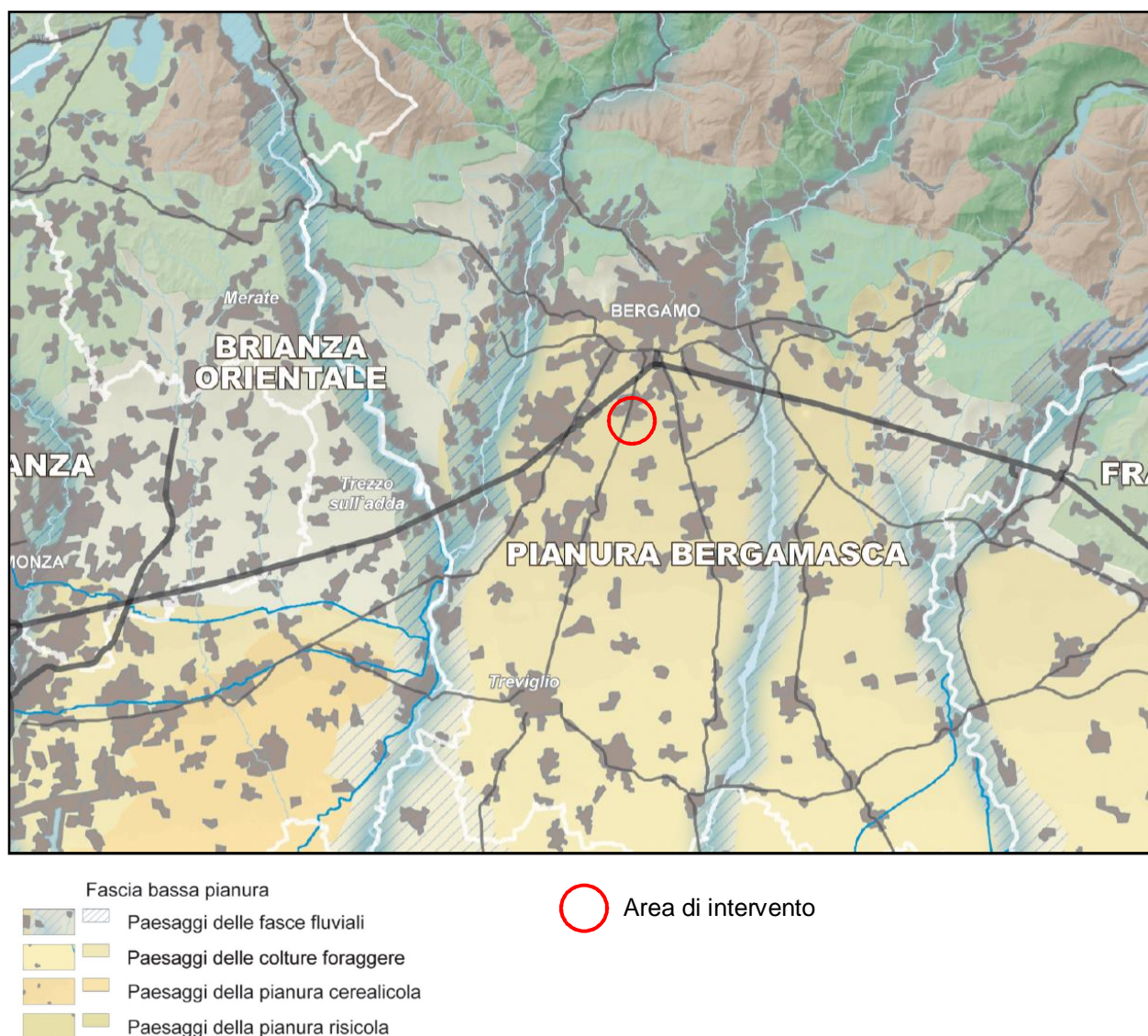


Figura 2-2 - Stralcio della Tavola A del PTR - Ambiti geografici e unità tipologiche di paesaggio

In particolare viene interessato il paesaggio delle colture foraggere, ossia quella porzione di pianura irrigua storicamente caratterizzata dalla produzione agricola dei foraggi, che nel tempo ha lasciato sul territorio le tracce delle successive tecniche colturali e di appoderamento, sebbene, in alcuni ambiti, abbia ormai lasciato spazio alla crescita delle città.

Negli ultimi decenni però queste aree hanno subito un forte evoluzione dinamica del territorio dovuta sia all'aumento dell'urbanizzato che ad una sempre più forte concentrazione demografica. Il paesaggio è percepito attraverso vedute limitate, un tessuto insediativo sempre più saldo, dove si

accostano e sovrappongono usi diversi (agglomerati di edifici, capannoni, svincoli, cave), proiettato lungo le grandi direttrici viarie dando origine ai tipici paesaggi di frangia+

Per tale motivo gli indirizzi di tutela del PTPR per le aree ancora libere da insediamenti sono volti al rispetto della tessitura storica e della condizione agricola altamente produttiva residuale.

2.1.1.2 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (nel seguito: PTCP) della Provincia di Bergamo è stato approvato in via definitiva con Deliberazione 40/2004, ai sensi dell'art. 3 comma 36 della LR1/2000, e ha acquisito efficacia in data 28.VII.2004, giorno di pubblicazione di detta delibera di approvazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia (BURL) n°31.

La LR 1/2000 attribuisce al PTCP una funzione di coordinamento per l'individuazione degli obiettivi generali relativi all'assetto ed alla tutela territoriale da svolgere sulla base delle proposte dei Comuni e degli altri Enti Locali e in coerenza con gli strumenti di pianificazione e programmazione regionale.

Da quanto detto consegue che il PTCP, sulla base delle proposte dei Comuni e degli altri Enti Locali ed in coerenza con gli indirizzi ed i criteri della Giunta Regionale nonché con gli strumenti di pianificazione e programmazione regionale, ha la funzione di coordinare l'individuazione degli obiettivi generali relativi all'assetto ed alla tutela territoriale e, in relazione a tale individuazione, di definire le conseguenti politiche, misure ed interventi da attuare di competenza provinciale.

Le norme che istituiscono e regolano la formazione e i contenuti dei PTCP definiscono la natura del PTCP ed in particolare:

- attribuiscono al PTCP efficacia di piano paesistico-ambientale (ai sensi della legge 431/85 art. 1/bis), fatto comunque salvo quanto previsto dall'art. 5 della LR 57/85 relativamente alla valenza paesistica dei Piano Territoriali dei parchi;
- qualificano il PTCP quale atto di programmazione generale, cui spetta definire gli indirizzi strategici di assetto territoriale a livello sovracomunale, intendendosi per tali, secondo la definizione del comma 4, quelli interessanti l'intero territorio provinciale con riferimento al quadro delle infrastrutture, all'assetto idrico, idrogeologico ed idraulico forestale, previa intesa con le competenti Autorità ossia la Regione e l'Autorità di bacino;
- assegnano al PTCP il compito di coordinare l'individuazione degli obiettivi generali relativi all'assetto ed alla tutela paesisticoambientale del territorio provinciale;
- demandano al PTCP di determinare le conseguenti politiche, misure ed interventi da attuare di competenza provinciale;
- danno al PTCP il compito di definire gli indirizzi strategici di assetto territoriale di livello sovracomunale relativamente ai settori sopra indicati, ossia al quadro delle infrastrutture, agli aspetti di salvaguardia paesistico-ambientale, all'assetto idrico, idrogeologico ed idraulico forestale, previa intesa con le Autorità competenti (Regione ed Autorità di bacino);
- indicano il PTCP come lo strumento atto a promuovere e valorizzare le proposte locali.

Il PTCP assorbe ed integra quindi a livello provinciale le indicazioni di altri piani con particolare riferimento al PTPR (Piano Territoriale Paesistico Regionale) ed alla pianificazione di bacino (in specie PSAI, Piani Stralcio di Assetto Idrogeologico)

Il contenuto principale del PTCP in merito all'organizzazione del territorio è l'indicazione delle vocazioni generali del territorio con riguardo agli ambiti di area vasta, riferendosi a criteri vocazionali individuabili nelle tre principali attitudini territoriali, ossia quella insediativa, quella agricola e quella ambientale.

Sotto il profilo paesistico ambientale il piano provvede ad individuare le zone di particolare interesse su proposta dei comuni o in base alle indicazioni regionali, che stabiliscono gli indirizzi ed i criteri per la loro selezione, e indica gli ambiti territoriali in cui è opportuna la costituzione di parchi locali di interesse sovracomunale.

Relativamente alle infrastrutture il PTCP definisce un programma delle maggiori infrastrutture e delle principali linee di comunicazione a livello provinciale e/o sovracomunale, e la loro relativa localizzazione di massima sul territorio. Per quanto riguarda livelli superiori di programmazione, ossia regionale o statale, il Piano indica i tracciati, che assumono valore di riferimento cogenti, ove riferiti ad elementi già oggetto di progettazione ai vari livelli, mentre acquisiscono significato di proposta e di salvaguardia dei sedimi, ove si tratti di mere ipotesi di previsione.

Il PTCP è quindi il documento che meglio sintetizza il sistema delle tutele ambientali presenti sul territorio e delle previsioni di sviluppo. In particolare le informazioni più rilevanti sono deducibili dalla Tavola 1 che riporta il Quadro strutturale riferito alla zona di studio.

Da questa tavola emergono nettamente gli elementi caratterizzanti l'area vasta che include l'area di studio:

- centri urbani di notevole estensione, soprattutto a nord dell'autostrada, ormai praticamente saldati alla conurbazione del capoluogo provinciale;
- il sito industriale della Tenaris-Dalmine;
- una ampia area agricola, con valenze paesistico-ambientali differenziate, posta a sud-est rispetto all'attuale svincolo di Dalmine;
- le linee di comunicazione esistenti radiali rispetto alla città di Bergamo: la SS 525, la linea ferroviaria Bergamo . Treviglio, la SS42;
- le linee di trasporto di previsione, in particolare la tangenziale sud di Bergamo, che raccogliendo i flussi degli assi radiali, al suo completamento permetterà la loro redistribuzione escludendo l'attraversamento dell'area urbana del capoluogo provinciale;
- il tracciato dell'autostrada A4 con lo svincolo di Dalmine posto al centro del sistema viario attuale e, soprattutto, di progetto.

Nello specifico il progetto interessa *Ambiti di valorizzazione, riqualificazione e/o progettazione paesistica*. Il PTCP si pone come obiettivo quello di individuare un sistema di aree e ambiti di

continuità del verde+, promuovendo la formazione di nuovi paesaggi+ ove siano previsti nuovi interventi di trasformazione territoriale. Gli strumenti di pianificazione comunale dovranno prevedere, d'intesa con la Provincia, la definizione e la perimetrazione di tali aree, che potranno essere utilizzate a fini agricoli e/o per finalità di interesse e uso pubblico connesso con gli interventi di riqualificazione ambientale e/o paesistica (art. 66 delle NTA del PTCP).

La Tavola 2 estratta dal Quadro integrato delle reti e dei sistemi+del PTCP, riporta lo stato di fatto e quello di previsione della rete viaria dell'area vasta nella quale si colloca lo svincolo di Dalmine.

2.1.1.3 Gli strumenti urbanistici locali: il Piano di Governo del Territorio (PGT)

I comuni di Dalmine e Stezzano sono entrambi dotati di Piano di Governo del Territorio (nel seguito: PGT). Tali strumenti urbanistici hanno recepito il tracciato della tangenziale di Bergamo, che prevedeva anche un'ipotesi di nuovo posizionamento dello svincolo di Dalmine in carreggiata direzione Venezia, diversa da quella proposta in questo studio, che mantengono la vecchia stazione prevedendo la realizzazione di una nuova rampa bidirezionale che, scavalcando l'autostrada A4, collega il casello di Dalmine con la rotatoria sud della Tangenziale di Bergamo e il mantenimento dell'attuale corsia di accesso al casello per i soli flussi diretti verso la viabilità locale.

2.1.1.3.1 Comune di Dalmine

Il PGT del Comune di Dalmine è stato approvato con delibera di C.C. n°115 del 20.XII.2011 (si vedano le tavole 3 e 4).

Il progetto si inserisce in una porzione di territorio classificata dal piano come *Ambiti di valorizzazione, riqualificazione e/o progettazione paesistica*, ai sensi dell'art. 66 del PTCP (si veda il paragrafo 2.1.1.2).

La nuova rampa di svincolo andrà ad occupare inoltre ambiti che il PGT del comune di Dalmine definisce come *Agricolo*, meritevole di conservazione e protezione, oltre ad interessare aree comprese nella *Fascia di rispetto delle infrastrutture* relativa alla Tangenziale sud di Bergamo. All'interno di tali fasce la normativa di Piano consente interventi per la realizzazione di nuove strade e di ristrutturazione e ampliamento di quelle esistenti, per la formazione di percorsi pedonali e di piste ciclabili e per la realizzazione di opere complementari (sovrappassi, sottopassi, servizi primari, parcheggi, ecc.).

La rampa inoltre interessa marginalmente un *Ambito del tessuto consolidato prevalentemente Residenziale (B2.1)*, ad oggi con presenza di orti e terreno incolto.

L'area di cantiere, collocata all'interno dell'area interclusa determinata dalla nuova rampa di svincolo ricade tutta in comune di Stezzano.

Per tutti i siti di produzione e destinazione, che coincidono con le aree interessate dall'infrastruttura, la destinazione finale è %rete viaria+.

2.1.1.3.2 Comune di Stezzano

Il PGT vigente del Comune di Stezzano è stato adottato in data 31.10.2008 ed approvato in data 18.04.2009, è stato successivamente aggiornato con alcune varianti locali, l'ultima delle quali risale al 2016 (si vedano le tavole 5 e 6).

Il territorio circostante la viabilità di collegamento con la rotatoria della Tangenziale sud di Bergamo è classificato dal PGT come *Ambito di interesse paesistico-ambientale a conduzione agricola*.

Tali aree sono inoltre comprese nel *PLIS del Rio Morla e delle Rogge*, riconosciuto con deliberazione della giunta provinciale Bergamo n. 238 del 23/04/04; nel luglio 2008 la Provincia di Bergamo ha approvato la nuova perimetrazione del PLIS che comprende il territorio di Stezzano.

Il PGT di Stezzano riporta sui propri elaborati grafici il progetto della viabilità di connessione al nuovo svincolo autostradale di Dalmine proposta in passato. La soluzione oggetto dello studio interessa per una parte tale viabilità e quindi risulta compatibile con le previsioni del PGT vigente; inoltre la rampa in uscita dalla Tangenziale sud di Bergamo si sviluppa all'interno della *Fascia di rispetto delle infrastrutture* dove, come precedentemente detto, è consentito realizzare interventi per la realizzazione di nuove strade e ampliamento di quelle esistenti, e per la realizzazione di opere complementari.

La area di cantiere, che include la area di deposito temporaneo, insiste anch'essa su aree classificate come *Ambito di interesse paesistico-ambientale a conduzione agricola*.

Per tutti i siti di produzione e destinazione, che coincidono con le aree interessate dall'infrastruttura, la destinazione finale è %rete viaria+. La area di rimodellamento morfologico verrà destinata ad %aree di pertinenza delle infrastrutture stradali+, in quanto non ne sarà permessa la fruizione al pubblico.

2.2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Il progetto prevede l'adeguamento dello svincolo di Dalmine esistente mediante la realizzazione di una rampa bidirezionale, composta da due carreggiate separate da spartitraffico (Assi A1-A2) che, scavalcando l'autostrada A4 con una nuova opera, collega la barriera di separazione di Dalmine con la rotatoria della Tangenziale di Bergamo posta in Comune di Stezzano e il mantenimento dell'attuale corsia di uscita dal casello (Asse A4) per i soli flussi diretti verso la viabilità locale. Contestualmente verrà potenziata la rampa in uscita della Tangenziale di Bergamo per i mezzi

provenienti da Treviolo da cui si biforcherà una rampa che andrà ad affiancarsi alla rampa di adduzione al casello (Asse A3).

È inoltre prevista la rigeometrizzazione della viabilità di accesso degli esattori alla stazione (Asse A5).

La lunghezza complessiva dell'intervento, considerando la classe più estesa (a1), è pari a circa 830 m.

In progetto si è previsto di dare continuità alla pista ciclabile proveniente dall'abitato di Sabbio Bergamasco e diretta alla zona commerciale con un sottovia che attraversa le due carreggiate dedicate alle rampe di svincolo.

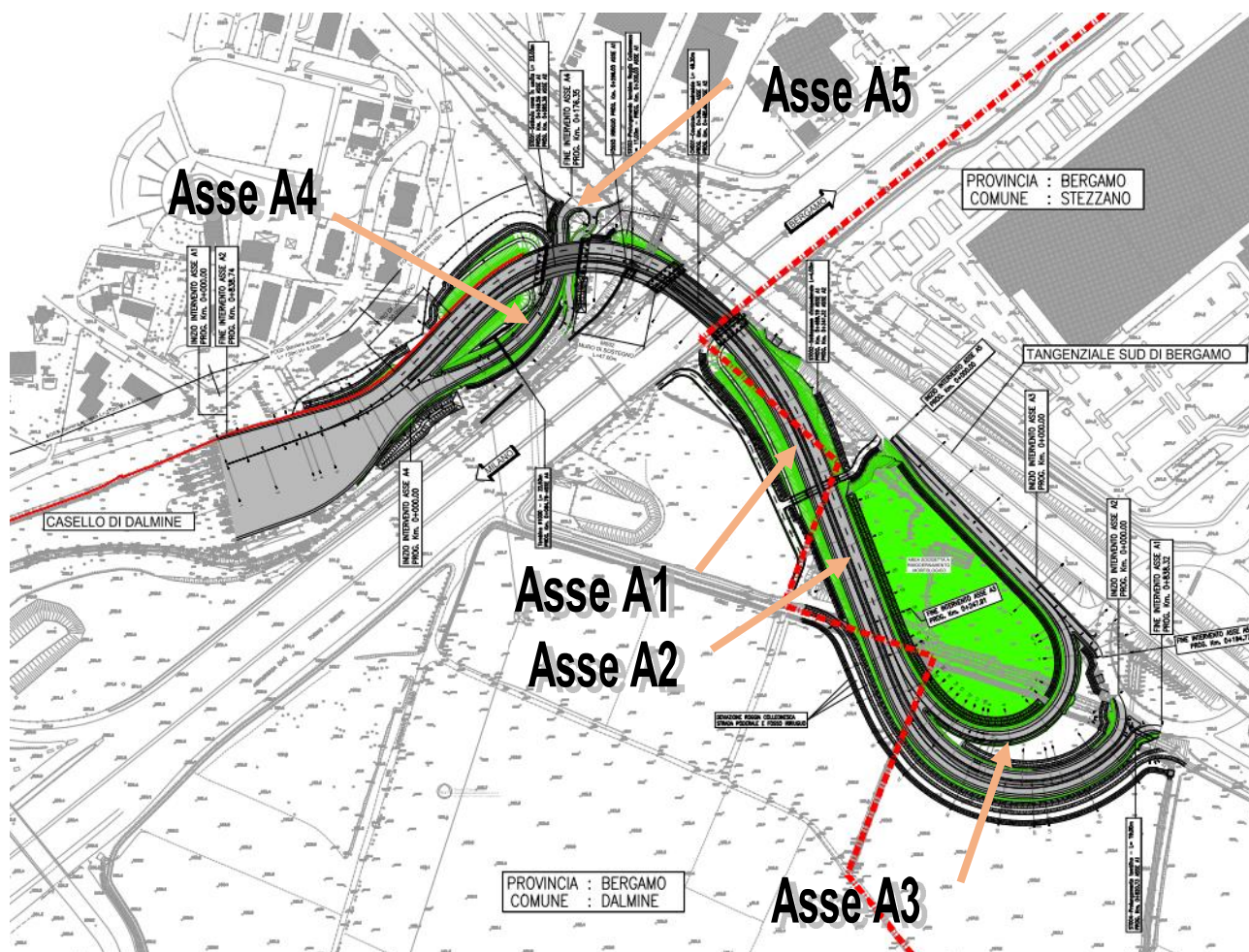


Figura 2-3 planimetria di progetto

2.3 LASSE STRADALE

2.3.1 Inquadramento normativo

Le caratteristiche geometriche delle rampe in progetto sono congruenti con le indicazioni contenute nelle Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali (Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006). Tali normative sono cogenti per tutte le opere di nuova realizzazione, mentre sono di riferimento per gli adeguamenti.

Per il presente progetto, trattandosi di adeguamento di un nodo esistente (completamento di intersezione esistente mancante di alcune manovre e modifica di rami esistenti) il citato DM risulta di riferimento. L'intersezione è di tipo 2, pertanto tutte le rampe di progetto sono state inquadrate ai fini della classificazione delle tipologie di rampe previste dal DM 19/04/2006 come rampe aventi intervallo di velocità compreso tra 40 e 60 km/h.

La verifica di rispondenza alla norma DM 5.11.01 ha considerato anche gli aspetti correlati alle prestazioni dell'infrastruttura. In particolare lungo l'intero tracciato si sono garantite distanze di visuale libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto, introducendo gli opportuni allargamenti delle banchine laddove vi sono tratti con problemi di visibilità.

Non sono stati previsti allargamenti delle corsie per l'iscrizione dei veicoli pesanti avendone comunque verificato l'inscrivibilità sulla rampa monodirezionale a 2 corsie tramite specifiche analisi software (Autodesk Vehicle Tracking).

2.3.2 Piattaforma stradale

La viabilità principale è costituita da due rampe denominate Asse A1 e Asse A2. La sezione tipo è caratterizzata da due carreggiate separate da uno spartitraffico monofilare metallico di larghezza pari a 2.00m.

La carreggiata in direzione A4 (Asse A2), nel tratto iniziale che va dall'innesto sulla rotatoria della Tangenziale di Bergamo al tratto in affiancamento con l'asse A3, si compone di una corsia di larghezza pari a 4 m, banchina destra di larghezza minima pari a 1.50m e banchina in sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 6.50m. Nel tratto successivo, da dopo l'innesto con l'asse A3 fino al piazzale di esazione, sono previste due corsie di marcia da 3.50m di larghezza e banchina laterale in destra e sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 9.00m.

La carreggiata in direzione Bergamo . denominato asse A1 è una carreggiata composta da una corsia di 4.00 m di larghezza, banchina destra di larghezza minima pari a 1.50m e banchina in sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 6.50m.

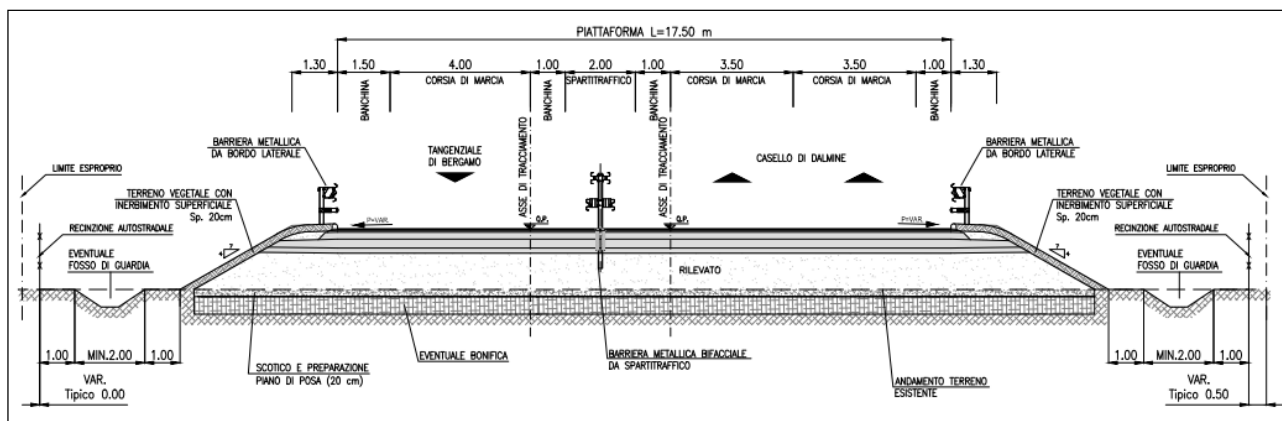


Figura 2-4 Sezione tipo rampa bidirezionale a 3 corsie

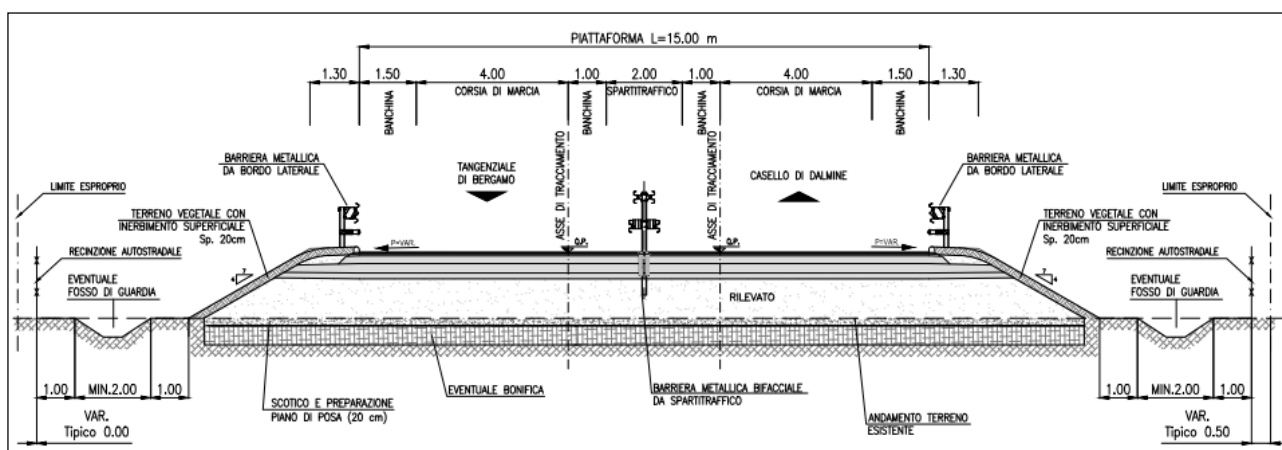


Figura 2-5 Sezione tipo rampa bidirezionale a 2 corsie

Per le rampe monodirezionali, si è prevista una sezione composta da una corsia di larghezza 4.00m, banchina in destra da 1.50m e banchina in sinistra da 1.00 per complessivi 6.50m di pavimentato.

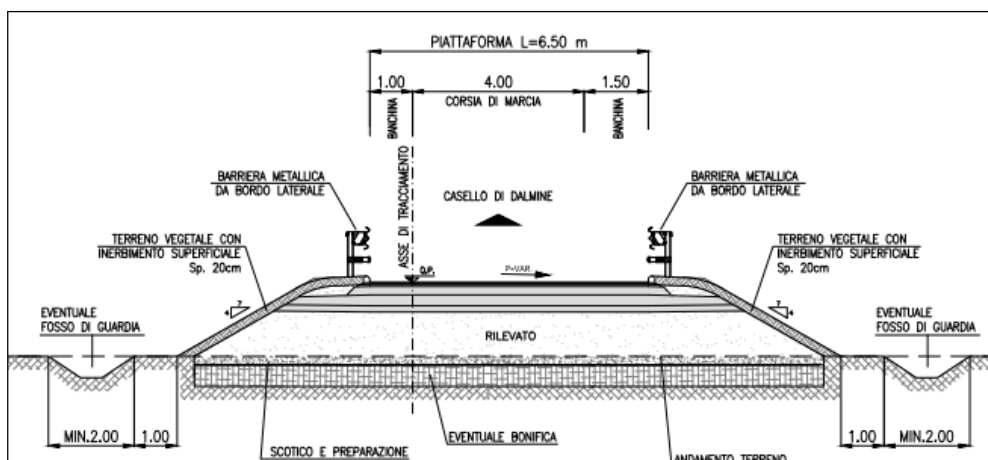


Figura 2-6 Sezione tipo rampa di svincolo monodirezionale

2.3.3 Pavimentazioni

Il progetto delle pavimentazioni prevede l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 69 cm con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- Base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 20 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 25 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 15 cm.

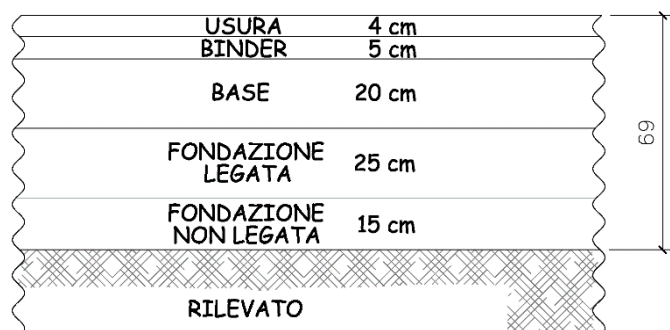


Figura 2-7 Sovrastruttura di progetto

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder e usura con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

La verifica strutturale della pavimentazione è stata eseguita con una procedura di tipo razionale utilizzando i criteri di progetto proposti dall'Asphalt Institute e ipotizzando per la sovrastruttura un periodo di progetto pari a 20 anni.

La determinazione del numero di carichi che dovrà sopportare la struttura della pavimentazione è stata effettuata tenendo conto dei soli veicoli commerciali in quanto questi sono gli unici che influenzano il comportamento strutturale.

I dati di traffico pesante utilizzati per la verifica della sovrastruttura sono stati desunti dallo studio di traffico allegato al progetto.

2.4 Opere d'arte principali

Di seguito si descrivono in termini generali le principali opere d'arte presenti nel progetto di adeguamento dello svincolo di Dalmine.

2.4.1 Cavalcavia sulla Autostrada A4

Il cavalcavia sulla A4 è costituito da una campata unica di luce pari a 48.30 m (in asse appoggio). L'impalcato è composto da una travata in sezione mista formata da tre coppie di travi, distanziate di 2.90 m, collegate da traversi reticolari aventi forma a K. Le travi principali, realizzate in sezione composita saldata a doppio T, presentano un'altezza di 1.80 m e sono rese solidali alla soletta in c.a., spessa 0.30 m, mediante un sistema di connettori a piolo. La soletta è costituita da un getto in c.a. realizzato con l'aiuto di predalle prefabbricate in c.a. intese non collaboranti in fase di esercizio. La larghezza massima complessiva dell'impalcato è pari a 18.82 m.

Le spalle sono del tipo tradizionale in c.a. con paramento spesso 2.0 m, paraghiaia spesso 0.40 m e ciabatta di fondazione spessa 2.0 m. Le fondazioni sono di tipo profondo su 21 pali ϕ 1200 mm.

Le figure seguenti descrivono l'opera nel suo complesso.

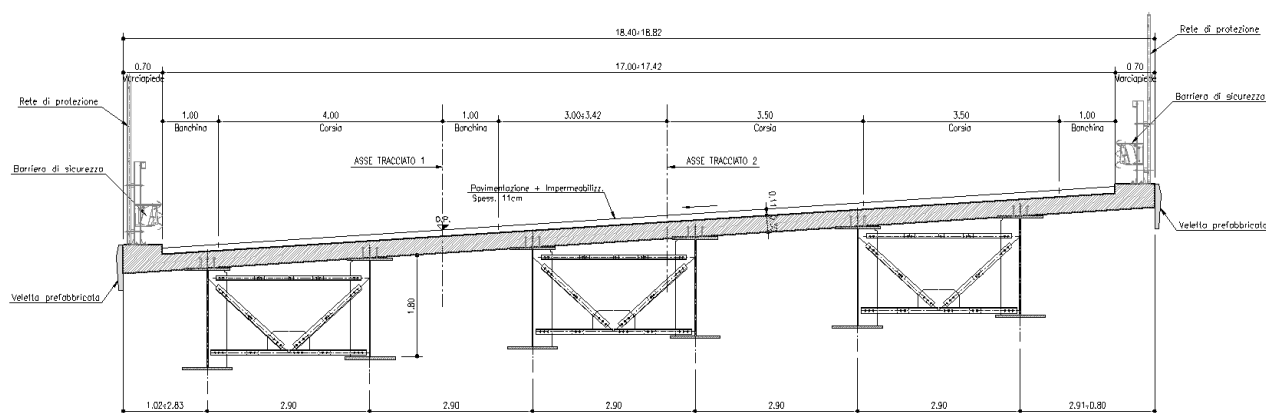


Figura 2-8 sezione corrente del nuovo cavalcavia autostradale

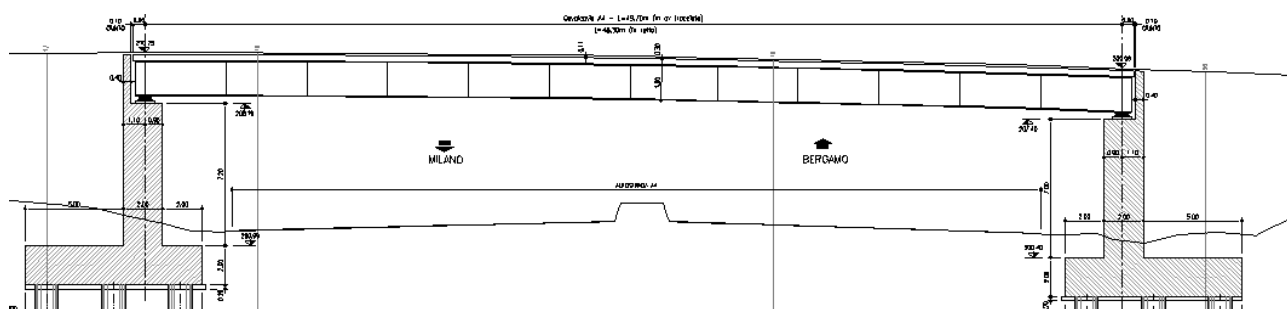


Figura 2-9 prospetto del nuovo cavalcavia autostradale

2.4.2 Sottovia di accesso al Casello

Il sottovia di accesso al casello è costituito da una campata unica di luce pari a circa 23.25 m (in asse appoggio). L'impalcato è composto da una serie di 26 travi HEB650 accostate tra loro ad interasse di 0.75 m. Le travi longitudinali presentano un'altezza di 0.65 m e sono rese solidali alla soletta in c.a., spessa 0.15 m. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 20.40 m, di cui 19.00 m costituiscono le carreggiate divise da uno spartitraffico di larghezza pari a 2.00m, su entrambi i lati è previsto un cordolo da 0.70 m.

Le spalle sono del tipo tradizionale in c.a. con paramento spesso 1.20 m, paraghiaia spesso 0.30 m e ciabatta di fondazione spessa 1.50 m. Le fondazioni sono di tipo profondo su 14 pali $\phi 1200$ mm.

Le figure seguenti descrivono l'opera nel suo complesso.

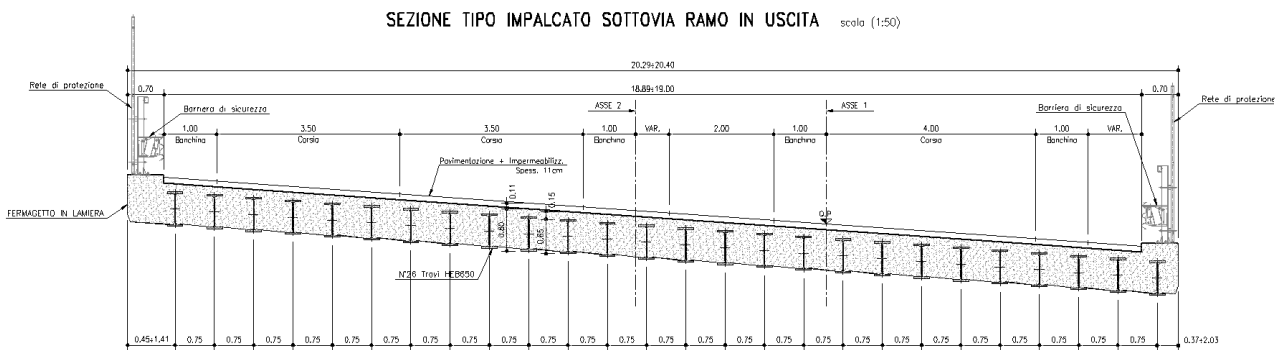


Figura 2-10 sezione corrente del nuovo cavalcavia

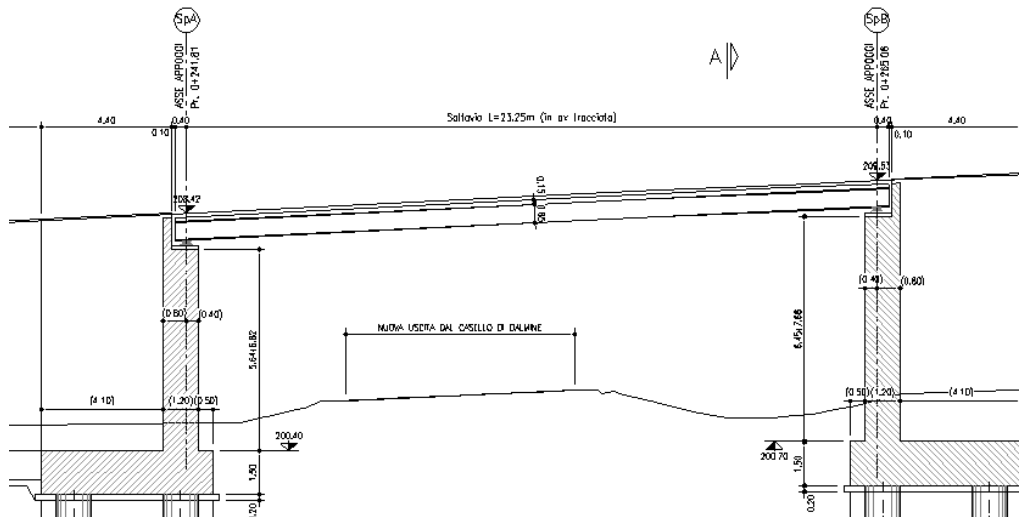


Figura 2-11 profilo del nuovo cavalcavia

2.5 Inserimento ambientale

In considerazione di quanto prescritto con la determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018+ è stata studiata una sistemazione ambientale (vedere elaborato AUA0200) entro lo sviluppo planimetrico delle rampe di svincolo a sud della Tangenziale Sud di Bergamo.

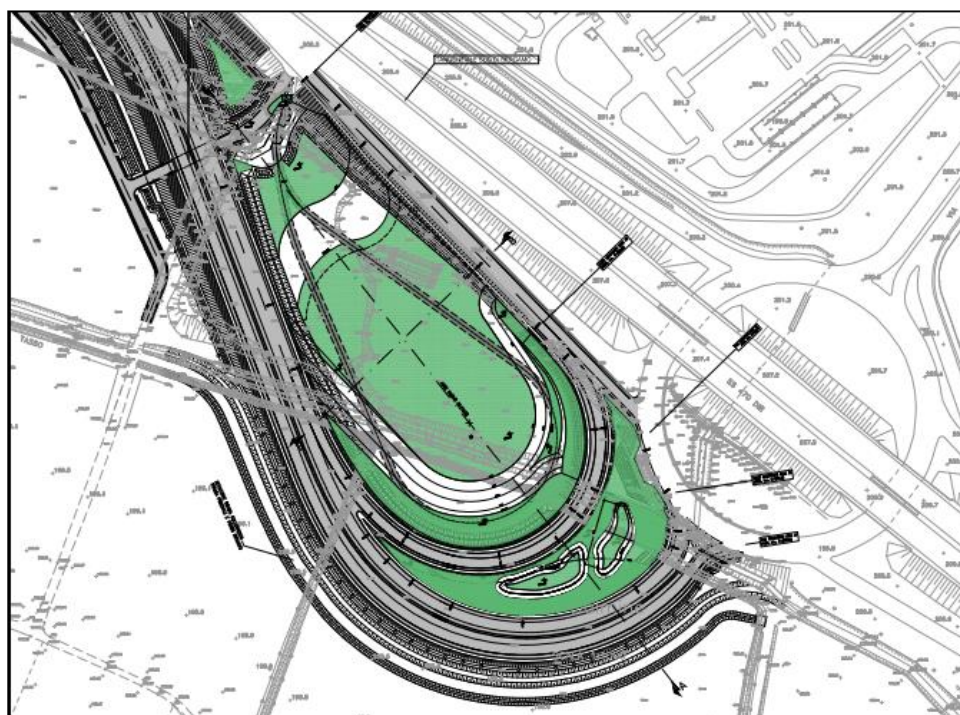
Per effetto delle geometrie stradali la area interclusa tra gli assi A1, A2, A3 e A5 si presenta, alle quote attuali del piano campagna, infossata entro le geometrie dei rilevati stradali in progetto, attraversata solo dalla viabilità ciclabile collegata al sottopasso esistente e priva di adeguati recapiti al reticolo idrico superficiale a causa della deviazione della Roggia Colleonesca in esterno al progetto.

Il profilo del terreno di progetto intercluso presenta pertanto un leggero rialzo, raccordato lungo i fossi disperdenti al piede dei rilevati stradali, che previene la formazione di aree depresse ed il rischio di ristagno idrico, ponendo al contempo la vegetazione di progetto in posizione più elevata e maggiormente percepibile.

I pendii del rimodellamento presentano un andamento curvilineo e una pendenza lieve, consentendo una facile manutenzione ed una spontanea integrazione percettiva con la morfologia del contesto.

L'area oggetto di rimodellamento ambientale rimarrà di pertinenza delle infrastrutture stradali limitrofe e non ne sarà permessa la fruizione al pubblico

La sistemazione finale delle aree intercluse prodotte dal progetto tramite il rimodellamento morfologico viene realizzata con il materiale di scavo in esubero rispetto ai fabbisogni relativi al corpo stradale delle nuove rampe.



2.6 Cantierizzazione

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere è stata individuata, dopo un'analisi del territorio, un'area di cantiere di circa 6.620 mq e un'area di deposito temporaneo dei materiali provenienti dagli scavi di 2.520 mq.

AUTOSTRADA A4: TORINO . VENEZIA

TRATTO: MILANO - BERGAMO

ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE

Progetto Definitivo . Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo

Tale area di trova nell'area interclusa tra la rampa della Tangenziale di Bergamo in Comune di Stezzano che si raccorda alla rotatoria di Stezzano (via Guzzanica) e la rampa di svincolo in progetto ed è direttamente accessibile dalla viabilità esistente

La durata totale per la realizzazione dell'opera è stimata in 16 mesi.

All'interno delle aree saranno previste tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione dei lavori, a meno degli impianti per la realizzazione del conglomerato bituminoso e del calcestruzzo, che saranno reperiti sul territorio.



Figura 2-12 Disposizione del cantiere con indicazione dell'area di deposito temporaneo delle terre

La pavimentazione delle aree di cantiere destinate a Campo Base e Cantiere Operativo saranno costituite come rappresentato in figura:

PARTICOLARE PAVIMENTAZIONE CON FINITURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

SCALA 1:10 (misure in cm)

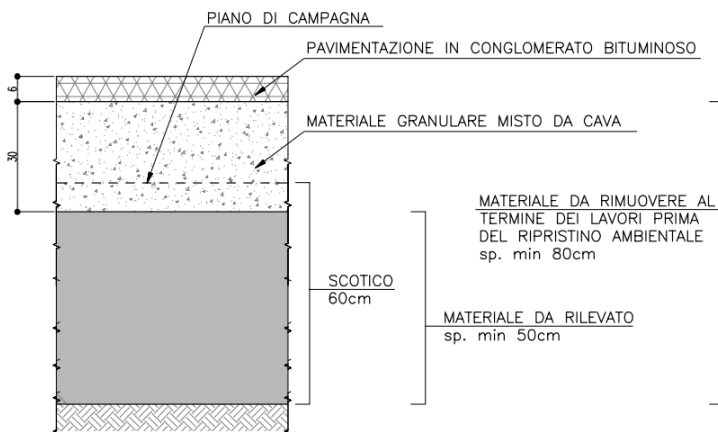


Figura 2-13 Particolare pavimentazione area di cantiere

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere, oltre ad essere depositato nelle aree di deposito sopra descritte sarà collocato anche al margine del cantiere. Al termine dei lavori, il terreno di coltivo proveniente dallo scotico delle aree e depositato temporaneamente nelle aree di deposito e nel perimetro, sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

2.7 Caposaldi topografici

In apposito elaborato allegato GCT0001 . %Relazione tecnica e monografie dei vertici+ sono riportati i caposaldi topografici del progetto.

2.8 Dati catastali

In progetto definitivo sono evidenziate, con un'apposita sezione, le aree da doversi impegnare per la realizzazione delle opere in esame.

Tale sezione è composta di una parte grafica (piano particellare) e di una descrittiva (elenco ditte da espropriare).

La parte grafica riporta la proiezione del perimetro dell'esproprio sulla mappa catastale, con la sovrapposizione della stessa mappa al rilievo reale e alla planimetria di progetto con ancoraggio a punti significativi (punti trigonometrici, capisaldi in genere).

La parte descrittiva contiene l'elenco delle ditte catastalmente intestatarie dei fondi da doversi espropriare. Per ciascuna ditta sono stati riportati i mappali da acquisire in via ablativa od occupare in tutto o in parte, con l'indicazione delle relative superfici, intere, di quelle di esproprio e degli altri elementi di identificazione catastale (qualità, classe, reddito dominicale, reddito agrario).

A ciascuna ditta catastale interessata è stata attribuita una numerazione tenendo conto dell'eventuale accorpamento di più particelle in capo alla singola proprietà.

Le aree di occupazione definitiva indicate nel Piano particellare coincidono con i siti di produzione e destinazione descritti nel presente Piano di utilizzo ovvero con l'impronta complessiva delle opere che compongono il nuovo intervento, che include anche l'area di cantiere di progetto al cui interno è collocato il sito di deposito intermedio.

Per maggiori dettagli si rimanda alla specifica relazione sulle espropriazioni (cfr. elaborato ESC0015).

2.9 Interferenze

Con il progetto sono state anche individuate le reti tecnologiche esistenti che coinvolgono tutte le aree coinvolte dall'intervento (siti di produzione e destinazione, siti di deposito temporaneo) e per le quali si è provveduto a verificarne le caratteristiche principali delle linee presso gli Enti Gestori. Dall'esame delle reti sopra citate, presenti nelle aree necessarie per i lavori di adeguamento dello Svincolo autostradale, è stata redatta la planimetria di censimento e riscontrata l'interferenza della linea alta tensione della società Terna S.p.A. e del gasdotto di Snam Rete Gas S.p.A..

2.10 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Vengono sinteticamente illustrati gli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici generali utili ad individuare i principali aspetti progettuali riconducibili alla natura ed alle caratteristiche dei terreni attraversati dal tracciato oggetto di studio.

Al fine di ricostruire la stratigrafia e le caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo in una zona pianeggiante e priva di affioramenti come quella del progetto, è risultato indispensabile utilizzare dati provenienti da sondaggi geognostici e da pozzi. In prima fase si è provveduto a reperire tutti i dati disponibili (presso Enti, privati o indagini pregresse realizzate da Autostrade all'interno dell'area in esame).

Tutte le informazioni utili recuperate sono state riportate nella specifica Relazione geologica e relativi allegati (GEO00001):

- Indagini bibliografiche

- Indagini geognostiche pregresse (dal 2000 al 2014)
- Indagini geognostiche svolte per il progetto definitivo (2018)

2.10.1 Inquadramento geologico

L'area del progetto è costituita da depositi quaternari di età compresa tra il Pleistocene inferiore e l'attuale.

L'assetto dell'area d'interesse è guidato dagli eventi geologici che si sono succeduti dal Miocene superiore fino al Quaternario, con la deposizione, al di sopra del substrato lapideo pre-Pliocenico, di sedimenti dapprima marini e poi prevalentemente di tipo transizionale e continentale (depositi fluviali, glaciali e subordinatamente lacustri e palustri).

In seguito, con l'aumento dell'azione erosiva sulla terraferma, la depressione pedemontana venne ricoperta da potenti coltri ghiaiose, localmente cementate a dare il "Ceppo".

Durante il Pleistocene la fascia Alpina e la Pianura Padana vengono interessate da episodi glaciali - convenzionalmente raggruppati in cinque fasi Danau, Gunz, Mindel, Riss, Würm (di cui solo le ultime tre sono presenti in Regione Lombardia). Le enormi quantità di materiali trasportate dai ghiacciai e dalle acque di fusione, riempì le depressioni vallive, colmandole fino al livello del ripiano più elevato della pianura terrazzata. La deposizione di una vasta coltre di sedimenti glaciali nelle aree pedemontane costituì i primi anfiteatri morenici mentre nella media e bassa pianura si formarono depositi fluvioglaciali.

La massima espansione dei ghiacciai nell'area Prealpina, si ebbe durante il Mindel (le cerchie moreniche del Mindel sono le più sviluppate ed estese), mentre le morene del Riss e del Würm sono più interne e meno estese.

Il susseguirsi di periodi con climi sensibilmente differenti ha determinato successivi momenti di avanzata e di ritiro dei ghiacciai alpini, con relative fasi deposizionali e fasi erosive, e la conseguente formazione di depositi glaciali e fluvioglaciali.

Durante le fasi interglaciali si assiste all'erosione dei depositi accumulatisi da parte di corsi d'acqua e alla conseguente creazione di una serie di terrazzi, sui quali si rinvengono tipici depositi eolici di clima più arido (loess): attualmente i sistemi di terrazzi occupano la porzione media e alta della pianura, ai piedi degli anfiteatri morenici.

Studi più recenti hanno permesso di riconoscere, all'interno delle glaciazioni principali, ulteriori cicli di clima caldo/freddo e stanno portando al superamento delle classiche suddivisioni in Mindel - Riss - Würm (individuate in zone a nord delle Alpi) con il riconoscimento di glaciazioni locali.

Dal Pleistocene superiore all'Olocene, con il lento innalzamento della alta pianura, nei settori settentrionali vengono messe a giorno le unità più antiche: il conseguente smantellamento della catena porta alla deposizione di alluvioni.

Per quanto riguarda le unità riconosciute nelle carte geologiche di bibliografia (carta geologica a scala 1:100.000 e nuova cartografia CARG) occorre precisare che sono state redatte utilizzando differenti criteri di classificazione:

- il foglio Vimercate a scala 1:100.000 adotta ancora la suddivisione in depositi glaciali e fluvioglaciali Mindel/Riss/Wurm. Per quanto riguarda il sottosuolo, i vecchi studi (cfr. Pozzi e Francani, 1980) riconoscono la successione stratigrafica riportata nel seguente schema;
- il nuovo foglio CARG Vimercate a scala 1:50.000, invece, adotta la suddivisione in alloformazioni, distinguendo in planimetria vari Supersintemi e Sintemi

Il North American Stratigraphic Code definisce un'unità allostratigrafica come *un corpo di rocce cartografabile, che differiscono dalle unità sottostanti e soprastanti semplicemente per il fatto di essere separate da esse mediante superfici di discontinuità*; l'alloformazione comprende i sedimenti appartenenti ad un determinato evento deposizionale. La gerarchizzazione di queste unità è la seguente: allogruppo, alloformazione e allomembro.

In una unità allostratigrafica le caratteristiche interne (litologiche, tessiturali, fisiche, chimiche, paleontologiche, ecc.) possono variare sia lateralmente, sia verticalmente. I limiti delle unità allostratigrafiche sono costituiti da superfici di discontinuità cartografabili, ivi compresa l'attuale superficie topografica, che corrispondono a lacune stratigrafiche (per erosione o mancata sedimentazione) di estensione cronologica ed areale significativa.

L'interpretazione genetica, la storia geologica e l'età sono criteri che non possono essere utilizzati per definire un'unità allostratigrafica, ma possono però influenzare l'identificazione dei limiti. Suoli e paleosuoli non entrano direttamente nella definizione di unità allostratigrafiche, ma i caratteri dell'alterazione, i suoli e i paleosuoli possono concorrere a identificare le superfici che delimitano l'unità.

Dato che un'unità allostratigrafica è un corpo reale di sedimenti, essa è svincolata dai concetti di tempo abitualmente in uso in ambito geologico. Infatti le superfici limite delle unità non sono mai isocrone ossia non si sono formate nello stesso istante, ma sono più giovani, in genere a monte del bacino, e più vecchie a valle. Per questi motivi un'unità allostratigrafica non può essere attribuita ad un intervallo tempo definito.

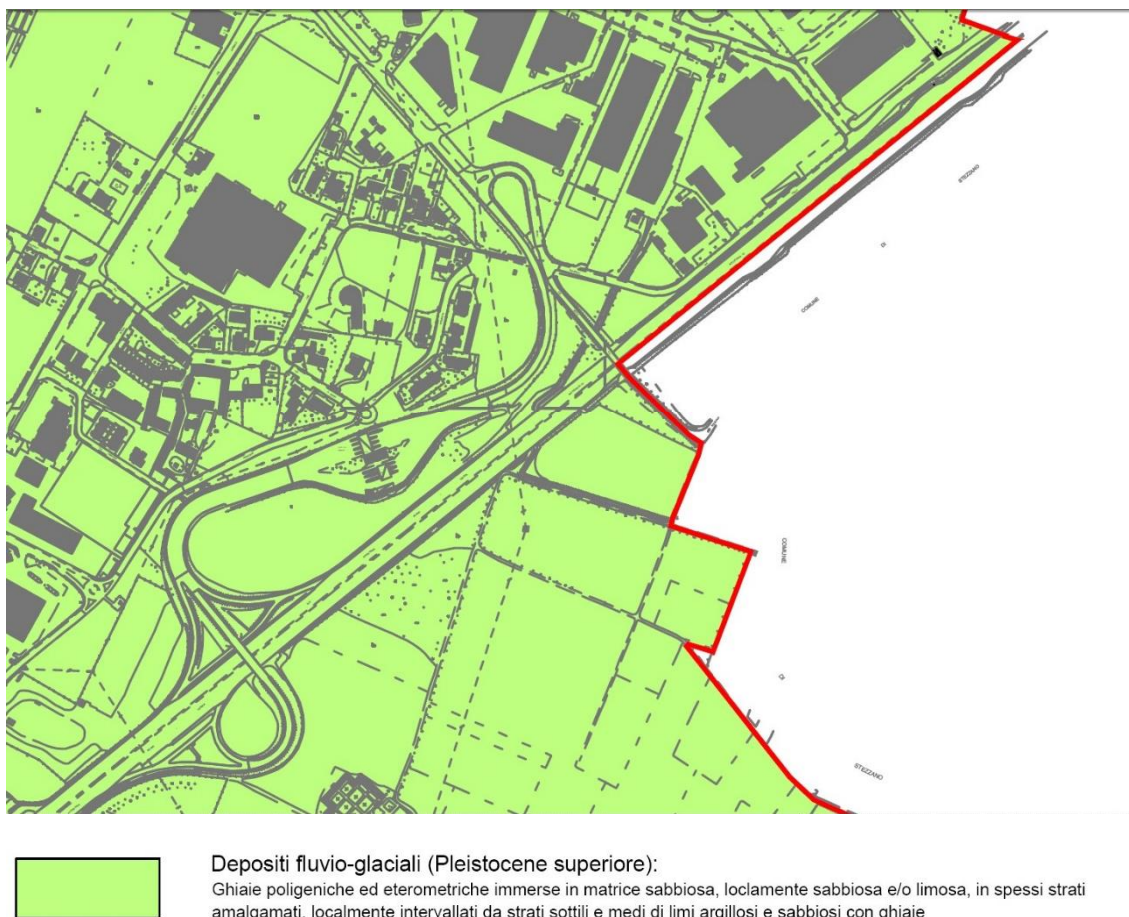


Figura 2-14 Estratto Carta geologica annessa al PGT del Comune di Dalmine.

All'interno della carta geologica annessa al PGT di Dalmine l'area è descritta come interessata da depositi fluvio-glaciali (Pleistocene superiore); tali depositi risultano appartenenti al sistema deposizionale della pianura proglaciale ad alimentazione alpina. L'area è caratterizzata da superfici pianeggianti, incise da numerosi canali minori che scorrono per lo più all'interno di alvei regolarizzati secondo percorsi rettilinei.

2.10.2 Planimetria geologica

Nell'area di progetto la carta geologica 1:50.000 del CARG i depositi continentali neogenico-quaternari sono stati rilevati ex-novo alla scala 1:10.000 secondo i seguenti criteri:

- sono stati caratterizzati dal punto di vista sedimentologico, stratigrafico, petrografico e dell'alterazione.

- sono stati gerarchizzati in supersintemi/sintemi, gruppi/formazioni e unità informali, a seconda dei caratteri dei caratteri dei sedimenti di volta in volta cartografati e delle problematiche affrontate.
- sono stati suddivisi sulla base dei bacini di appartenenza, laddove tale distinzione risulti significativa per la ricostruzione della storia geologica, oppure distinti sulla base dei processi e delle dinamiche di formazione, indipendente dal bacino di appartenenza.

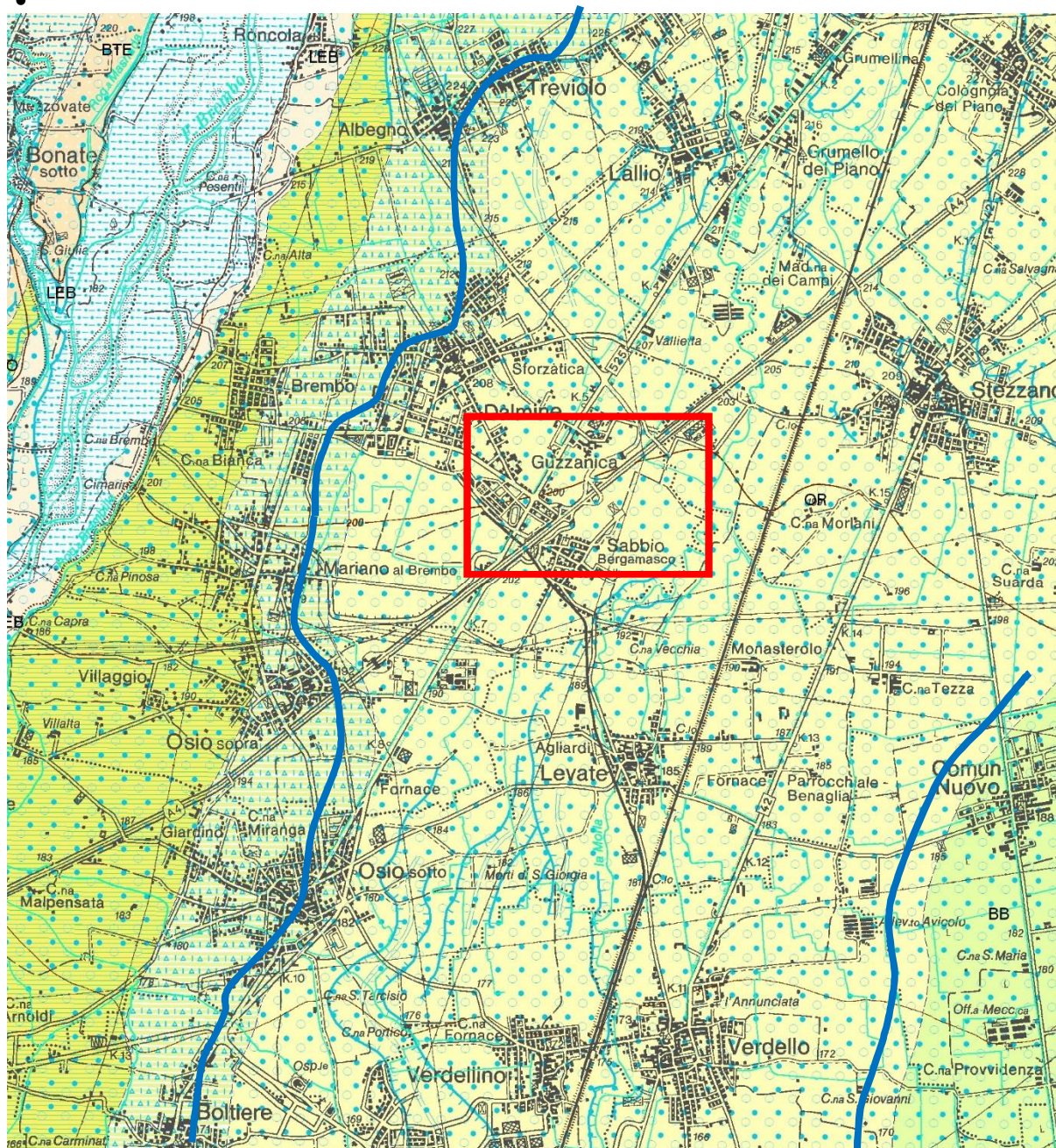


Figura 2-15 Estratto Carta Foglio 97 Vercelli, in blu sono stati evidenziati i limiti tra le unità del Bacino del Brembo ad Ovest, l'unità del Bacino della Morla al centro ed il Bacino del Brembo ad Est..

Viene dunque distinta in superficie la seguente unità:

Unità del Bacino della Morla - Supersistema della Morla OR (Pleistocene medio - Olocene) costituito da ghiaie e ciottoli arrotondati con prevalenti clasti derivanti dalla successione cretacea e di poco subordinati silicoclasti con evidenze di alterazione, intercalazioni sabbiose (depositi alluvionali); argille, limi e sabbie (depositi lacustri). Profilo di alterazione di spessore variabile; morfologie conservate.

Dal punto di vista litologico il supersistema della Morla è costituito da:

- depositi alluvionali: ghiaie a supporto clastico e matrice sabbiosa , con clasti arrotondati, ben selezionati, calcareo-marnosi e arenacei prevalenti, subordinati calcari e silicoclasti alterati di provenienza seriana;
- depositi di bassa energia e lacustri: limi, limi sabbiosi e sabbie, osservati in scavo edilizio e cavati anticamente.

La superficie limite superiore coincide con la superficie topografica ed è caratterizzata da un profilo di alterazione di spessore variabile, in genere troncato o rimaneggiato dall'attività antropica. Ove è possibile osservare spaccati si caratterizza per un'alterazione nettamente maggiore dei clasti silicatici provenienti dall'alta Valle Seriana rispetto a quelli marnosi o calcareo marnosi della successione cretacea locale, elemento che porta a interpretare gli apporti silicoclastici come rielaborati da depositi seriani precedenti, entro i quali la Morla ha scavato il proprio alveo. Colore della matrice da 7.5 YR per i terrazzi più alti ed esterni, a 10 YR in prossimità dell'alveo olocenico. Il limite inferiore non è mai osservabile. Esso si giustappone alla superficie erosionale che tronca i depositi del supersistema di Grassobbio ad Est del foglio Vimercate ed il sistema di Brembate ad Ovest, annegandone la superficie.

L'unità affiora nella valle della Morla fra Sorisole e Castagneta, e forma una fascia ad andamento meridiano compresa fra Bergamo, Curno, Comun Nuovo e Osio.

L'unità presenta una morfologia ben conservata con più ordini di terrazzi e scarpate di altezza sino a 3 m entro la valle a N di Bergamo che si attenua verso S e per le superfici più recenti.

Il supersistema riunisce una serie di episodi deposizionali distinti in base alla morfologia caratterizzata da una evidente gradonatura preservata dagli interventi edilizi sino agli inizi del secolo scorso. La paleovalle si riconosce nell'interno della linea ferroviaria per Treviglio evidenziata dal tracciato ferroviario in rilevato e su viadotto necessario a superarne la depressione.

2.10.3 Unità del sottosuolo

Nel sottosuolo vengono distinte le seguenti unità, affioranti ad est ed ad ovest dell'area di interesse, in profondità (nelle stratigrafie di sondaggio pregresse) sia il Supersistema di Grassobbio che il Sistema di Brembate sono difficilmente distinguibili dall'unità affiorante in superficie (Supersistema della Morla). Il Ceppo del Brembo non affiora anch'esso nell'area di interesse ma è tuttavia osservabile lungo le pareti del fiume Brembo.

Unità del Bacino del Serio - Supersistema di Grassobbio BB (Pleistocene medio - superiore ?) costituito da ghiaie a clasti arrotondati, sabbie e limi (depositi alluvionali). Profilo di alterazione di spessore variabile; le morfologie sono ben conservate mentre la cementazione è da assente a buona.

Dal punto di vista litologico il supersistema di Grassobbio è costituito da depositi alluvionali: ghiaie in corpi stratoidi o lenticolari, a supporto di matrice sabbiosa fine o a supporto clastico, con clasti sino a decimetrici ed arrotondati. Sono presenti intercalazioni di sabbie e limi. I clasti prevalentemente carbonatici, subordinati silicoclasti dell'alta valle. Il profilo di alterazione è di spessore variabile, in genere troncato o rimaneggiato dall'attività agricola.

Il limite inferiore non è direttamente osservabile. Il limite superiore coincide con la superficie topografica o troncata dalla superficie erosionale entro cui si sedimentano i depositi alluvionali del supersistema della Morla.

L'unità affiora da Comun Nuovo al limite sudorientale del foglio CARG Vimercate

Il supersistema di Grassobbio costituisce un'area lievemente più rilevata che delimita verso est la valle della Morla. Il gradino morfologico appare in questo tratto poco evidente, obliterato dall'attività antropica e ricostruibile solo parzialmente sulla base della cartografia antica.

Unità del Bacino del Brembo - Sistema di Brembate BEB (Pleistocene medio) costituito da ghiaie a supporto clastico (deposito fluvioglaciali). la superficie superiore è caratterizzata da un profilo di alterazione evoluto, con spessore tra 5,5 e 8 m; colore 7.5YR. Copertura loessica sempre presente.

L'unità è costituita da ghiaie a supporto clastico, con matrice prevalentemente limoso argillosa, con frazione sabbiosa variabile; colore 7.5YR, subordinatamente 10YR e 5YR, I ciottoli sono ben arrotondati, con prevalenza di forme discoidali ed ellissoidali, da centimetrici a decimetrici. Dal punto di vista petrografico prevalgono i litotipi brembani tipici, quali le arenarie e i conglomerati del Verrucano, vulcaniti e vulcanoclastiti di Collio; in quantità minori sono presenti elementi del basamento cristallino sudalpino, i carbonati sono comunemente assenti o scarsi.

La superficie limite superiore delle ghiaie, fortemente ondulata a scala metrica e quindi erosionale è saturata dai limi della coltre loessica 10YR, con spessori variabili da 0,5 a 2,5 m. L'unità, inoltre, è terrazzata assialmente lungo il corso attuale del Brembo, dall'Unità di Ponte San Pietro e, nella sua parte occidentale, dall'unità di Bonate, entrambe appartenenti al supersistema di Besnate (vedi figura 8). Sulla piana di brembate viene ricoperta, senza discontinuità morfologiche, dalle unità di Arzenate e di cascine Zanchi, entrambe del supersistema di Palazzago. Ad est è incisa e coperta dal supersistema della Morla (bacino della Morla). Il limite inferiore è ancora rappresentato da una superficie erosionale che incide il Conglomerato di Madonna del Castello, il Ceppo del Brembo, il conglomerato del Torrente Gaggio e il supersistema di Almè; parte di quest'ultima unità viene solo ricoperta. L'alterazione interessa le metamorfiti e alcune intrusive, le rare rocce a componente carbonatica e parte delle vulcaniti; le rocce terrigene a cemento siliceo possono essere fragili. L'elevata percentuale di rocce silicee presenti (vulcaniti e rocce terrigene permiane) giustifica l'apparentemente scarsa alterazione ghiaie. I depositi sono alterati fino alle massime profondità osservate negli scavi (oltre 5 m); in corrispondenza del Torrente Tornago, il suolo raggiunge uno spessore di 8 m, interessando completamente le ghiaie fino al sottostante orizzonte calcico (1,5 m). patine d'argilla illuviale sono presenti, anche in quantità elevata, fino ad una profondità di oltre 5 m (limite inferiore non raggiunto).

L'unità si rinviene a partire dallo sbocco della Val Brembana; in sponda destra del Brembo essa termina all'altezza di ponte S. Pietro, mentre in riva sinistra prossimo a Treviolo.

L'unità mostra una forte asimmetria nello sviluppo areale tra la sponda destra e sinistra del Brembo, in riva destra costituisce una ristretta fascia, delimitata, fatta eccezione per l'area tra Arzenate e Trasolzio, da una netta scarpata con dislivelli variabili tra 3 (Tresolzio-Sottoriva) e 15 m (Campino-San Giuseppe). in riva sinistra essa forma una fascia più larga e più estesa verso sud. Nelle parti più settentrionali sono distinguibili, su entrambe le sponde del Brembo, due sistemi di terrazzi morfologicamente ben distinti, ma pedologicamente omogenei. Il sistema di brembate testimonia una fase importante di aggradazione dell'alta pianura, in connessione con una delle numerose espansioni dei ghiacciai brembani nel Pleistocene medio.

Unità del Bacino del Brembo - Ceppo del Brembo BRM (Pleistocene inferiore) è un conglomerato costituito da ghiaie a supporto clastico, con matrice arenacea; i ciottoli sono ben arrotondati, poligenici, di provenienza brembana (depositi fluviali). Presenta intercalazioni basali di limi, argille e sabbie e forte cementazione.

I conglomerati sono costituiti da ghiaie a supporto clastico e conglomerati arenacei, al limite tra supporto clastico e di matrice; i ciottoli in genere sono ben arrotondati e subarrotondati,

spesso discoidali. Nella parte più prossimale ai rilievi, sbocco della Val Brembana, le ghiaie presentano caratteri di estrema grossolanità con dimensioni medie dei ciottoli di 25-30 cm e massime superiori al metro; spostandosi verso sud e sud-ovest si assiste ad una riduzione del diametro medio a valori attorno al decimetro e, negli affioramenti più distali centimetrici. Anche le strutture sedimentarie mostrano variazioni con la latitudine. La cementazione è forte, irregolare nelle parti basali: nei livelli meno o non cementati le rocce carbonatiche sono argillificate o decarbonatate fino a dimensioni di 2-3 cm; su ciottoli maggiori cortex fino ad 1 cm. Nel sottosuolo, il ceppo del Brembo si presenta omogeneo, spesso e ben riconoscibile nell'area a SE e ad E dell'Adda diviene meno evidente per la presenza di numerose intercalazioni di sedimenti fini e sabbie. Il carattere distintivo di questa unità, che ne permette la distinzione dal ceppo del naviglio di paderno e da quello dell'Adda, è la notevole abbondanza di ciottoli di provenienza brembana, costituiti da Verrucano Lombardo e vulcaniti.

In area brembana il limite inferiore del Ceppo del Brembo è costituito da una superficie marcatamente erosionale che incide il substrato, la formazione di Tornago ed il conglomerato di Madonna del Castello. I rapporti con queste formazioni plioceniche sono ben esposti lungo la forra del T. Tornago; il contatto con il substrato è osservabile all'altezza di Paladina. Non sono mai visibili i limiti con le unità a ghiaie brembane più antiche (formazione di Ca' Marchi e Formazione di Almenno basso): tuttavia, in base alle età ipotizzate, si ritiene che esse siano troncate dal Ceppo del Brembo. Rimangono indefiniti i rapporti con il conglomerato del torrente Gaggio e con il sistema di Valtrighe.

Il ceppo del Brembo affiora nelle incisioni dei fiumi Brembo e Adda, lungo il corso del Brembo (vedi Figura 9). L'unità forma l'ossatura dell'alta pianura tra lo sbocco della Val Brembana e la confluenza dei fiumi Brembo e Adda: esso è visibile lungo le incisioni dei principali corsi d'acqua, dove origina forre caratterizzate da pareti verticali che raggiungono altezze di parecchie decine di metri. Poichè è stato ripetutamente eroso e ricoperto da depositi di altre unità, non da' mai origine a morfologie proprie.

2.10.4 Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è dominata dai depositi glaciali e fluvioglaciali della parte orientale dell'anfiteatro morenico del Lario. Tutti i ghiacciai hanno seguito un identico percorso pur con una diversa estensione. Il ghiacciaio proveniente dal ramo di Lecco del lago di Como si divideva all'altezza di Lecco in due lingue, una diretta verso la Brianza attraverso Valmadrera, l'altra diretta verso S lungo la valle dell'Adda. La lingua della Valle dell'Adda si adattava alla serie di colli e monti

che caratterizzano il pedemonte in questo settore formando varie digitazioni, come in corrispondenza di Pontida.

Tutto il settore nord occidentale del foglio Vimercate sino a Mongorio, Maresso, Cernusco Lombardone, Robbiate, Carvico e Pontida è caratterizzato da depositi in gran parte glaciali con morfologie a morene e depositi lacustri marginoglaciali di ritiro. All'esterno del semicerchio ideale identificato dalle località sopra citate dominano grandi piane fluvioglaciali caratterizzate dal fatto che, a ogni glaciazione, i fiumi glaciali incidono le piane precedenti generando le scarpate dei terrazzi. I depositi più antichi formano pertanto alti terrazzi ben individuabili. L'estensione delle piane fluvioglaciali del ghiacciaio dell'Adda era limitata verso E dalla presenza del Brembo. In Val Brembana i ghiacciai non sono mai giunti sino al margine della pianura e, di conseguenza, il Brembo non ha mai formato ampie piane fluvioglaciali, ma è rimasto contenuto in una valle relativamente ristretta. Sia l'Adda sia il Brembo percorrono gran parte del territorio compreso nel foglio Vimercate all'interno di profonde forre intagliate nei depositi cementati del ceppo del Naviglio di Paderno, ceppo dell'Adda e ceppo del Brembo. Tali forre sono accompagnate da altre valli ugualmente incise, ma attualmente sepolte. Le forre attuali si sono formate nel tempo corrispondente alla deposizione del supersistema di Besnate e sono state, più volte, riempite e svuotate di depositi fluvioglaciali. Ancora più a E l'area è interessata da un terzo corso d'acqua, la Morla, che riveste una certa importanza geomorfologica pur essendo di limitata portata attualmente. Il torrente Morla nasce nella fascia pedemontana a Nord di Bergamo, raccogliendo le acque dei versanti meridionali del Canto Alto, da qui scorre verso SE aggirando i colli di Bergamo per poi piegare verso SW entro il centro abitato. Allo sbocco in pianura la Morla devia verso W scavando la propria valle entro i depositi ghiaiosi seriani più antichi; tale deviazione può essere legata proprio all'abbondante apporto di sedimenti da parte del fiume Serio, anche se non è da escludere che avvenga in risposta ad un sollevamento neotettonico nell'antistante pianura. Questo tratto è caratterizzato da terrazzi alluvionali successivi, con orli molto netti e ben riconoscibili, alti sino oltre un metro nella parte nord-occidentale della città; l'altezza delle scarpate decresce via via verso la pianura, sino a ridursi a meno di un metro all'altezza di Lallio. Un'ampia zona di interfluvio, alta e caratterizzata da depositi seriani con profili d'alterazione evoluti, separa in questo tratto la valle della Morla dall'area di pertinenza Serio, decorrendo da Zanica sino oltre Comun Nuovo: Verso W, un'analoga fascia rilevata e terrazzata da ambedue i lati sottolinea invece il limite con l'area di pertinenza brembana: su di essa si sono sviluppati i nuclei di insediamento più antichi, da Curno a Treviolo, sino ad Osio. Entro la pianura le morfologie, profondamente ritoccate dall'attività millenaria di coltivazione dei campi, divengono pressochè illeggibili.

Le caratteristiche morfologiche generali dell'area considerata sono dunque il risultato di diversi processi:

- 1) fasi glaciali recenti
- 2) dinamica dei corsi d'acqua
- 3) intensa attività di rielaborazione del territorio ad opera dell'uomo, particolarmente importante in quest'area

A piccola scala, risultano estremamente importanti i processi legati alla azione delle acque di deflusso superficiali e soprattutto alla azione dell'uomo (l'area è caratterizzata, infatti, da un'elevata urbanizzazione che ne condiziona l'assetto attuale) che ha comportato una profonda modificazione del paesaggio.

Come già anticipato l'area di interesse è fraposta tra il rio La Morla ad est e il fiume Brembo ad ovest; quest'ultimo, come si evince dalla carta geomorfologica estratta dal Siter, risulta caratterizzato da più ordini di terrazzi.

All'interno della documentazione della Provincia di Bergamo (Siter) andando ad una scala di maggior dettaglio, nell'area di interesse vengono inoltre identificati: ambienti di bassa pianura e meandri, terrazzi fluviali con paleo alvei.

L'area come già sottolineato è stata oggetto di importanti modifiche antropiche, la più importante delle quali è stato lo spostamento verso est del cavalcavia di scavalco dell'autostrada A4 la cui traccia originaria ormai smantellata è visibile nell'immagine 13, ne deriva la presenza nell'area posta a sud dell'autostrada di tracce del rilevato d'approccio del cavalcavia smantellato.

2.10.5 Inquadramento idrogeologico

Come in gran parte dell'alta pianura lombarda, si hanno in affioramento unità geologiche tra le più antiche tra i depositi plio-pleistocenici, che sono caratterizzate in superficie da paleosuoli e comunque da litologie a granulometrie fine e che possono raggiungere anche oltre la decina di metri di spessore.

La presenza di tali litologie nelle unità del Pleistocene medio e inferiore (bacini dell'Adda, del Brembo, della Morla e del Serio) determina una bassa permeabilità generale delle unità in affioramento e quindi la prevalenza del ruscellamento superficiale rispetto all'infiltrazione di acque. Tuttavia le acque si possono raccogliere nelle aree topograficamente più depresse, occupate dai maggiori corsi d'acqua e dalle unità geologiche più recenti e permeabili di origine fluviale; questi settori costituiscono zone preferenziali di infiltrazione delle acque e di ricarica delle falde che sono

captate più a valle. I corsi d'acqua maggiori sono generalmente in contatto con la falda, mentre quelli minori risultano sospesi rispetto alle acque sotterranee, così come possono creare falde sospese di carattere locale.

Nel sottosuolo dell'area di studio, che è stato indagato talora fino ad oltre 200 m di profondità per la perforazione di pozzi per acqua, si hanno in generale tre acquiferi sovrapposti che possono trovare una generale corrispondenza con la classificazione introdotta da Regione Lombardia - ENI divisione AGIP 2002:

Gruppo acquifero A: *Olocene - Pleistocene Medio*, corrisponde all'incirca all'unità ghiaioso-sabbiosa superficiale.

Gruppo acquifero B: *Pleistocene Medio*, corrisponde all'incirca all'insieme delle unità a conglomerati e arenarie prevalenti.

Gruppo acquifero C: *Pleistocene inf. - Pliocene sup.*, corrispondente all'unità sabbioso-argillosa.

Gruppo acquifero D: *Pliocene sup.*, corrisponde all'unità argilloso-sabbiosa.

Il limite tra il Gruppo acquifero B ed il Gruppo acquifero C è caratterizzato da una paleosuperficie che suddivide i depositi continentali da quelli lacustro-palustri; tale limite risulta caratterizzato da un andamento a valli e dossi che paiono individuare paleovalli. Nella zona lecchese-milanese si individua una paleovalle (forse attribuibile al T. Molgora) nel settore di Mezzago-Ornago e nella zona della bergamasca del F. Brembo nel settore di Sabbio-Verdello; in entrambi i casi tali paleovalli appaiono spostate verso Est rispetto ai corsi d'acqua attuali e rappresentano zone di circolazione idrica sotterranea preferenziale.

Anche il limite tra il Gruppo acquifero C ed il Gruppo acquifero D è caratterizzato da una paleosuperficie che separa i depositi marini più profondi, il cui andamento però è più uniforme e appare fondersi con la precedente verso est. Nella media pianura infatti la presenza di una dorsale sepolta che si estende da Treviglio fino a Ghisalba e influenza in modo determinante la circolazione idrica sotterranea in quanto:

- determina l'avvicinamento alla superficie topografica del Gruppo acquifero C (in un intervallo di quote tra 60 e 100 m s.l.m. a seconda delle zone)
- riduce lo spessore del Gruppo acquifero B, con conseguente diminuzione della sua trasmissività
- determina una maggiore separazione tra le acque circolanti nel sottosuolo nei Gruppi acquiferi B e C.

Tale dorsale inizia a far risentire la sua azione intorno a Verdello-Verdellino.

2.10.6 Piezometria della prima falda

L'andamento del flusso idrico è conosciuto per quanto riguarda i Gruppi acquiferi A e B. Le acque sotterranee ricevono alimentazione dagli afflussi da monte provenienti dai corsi d'acqua e dal ruscellamento superficiale, oltre che dagli apporti meteorici. Tuttavia la presenza di spessi orizzonti poco permeabili in superficie (anche di 20 m) non consente una significativa infiltrazione dalla superficie, come ad esempio in vaste zone dei depositi terrazzati in riva destra del Fiume Adda e nell'Isola Bergamasca in riva sinistra. In linea generale l'andamento delle isopiezometriche risulta molto influenzato dal corso del Fiume Adda e in minor misura da quello del F. Brembo.

Il fiume Adda risulta sempre drenante rispetto alle acque sotterranee e conferisce una morfologia radiale convergente alle isopiezometriche, con gradiente idraulico crescente verso il fiume. Il fiume Brembo risulta caratterizzato da tratti drenanti e tratti alimentanti sia nello spazio che nel tempo in relazione al suo regime; sembrerebbe prevalente l'azione drenante nella parte pedemontana del corso d'acqua e alimentante in quella di pianura.

A seguire ricostruzione della profondità della falda all'interno del PTCP.

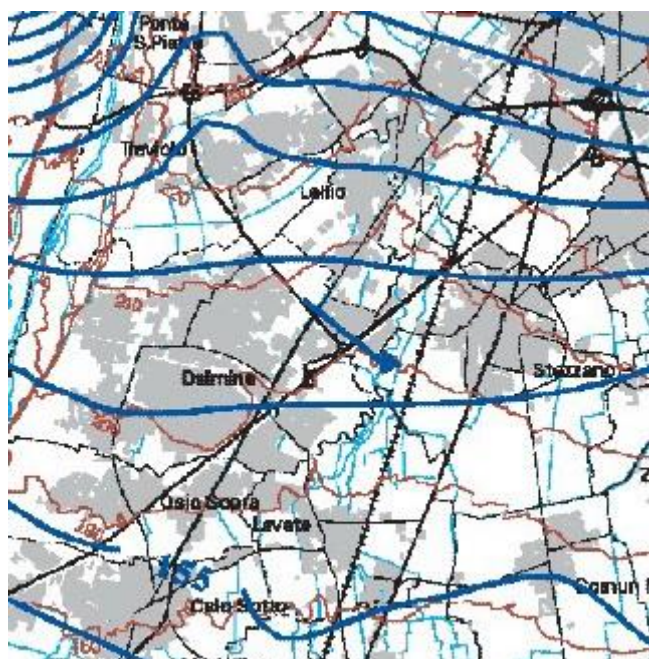


Figura 2-16 Dettaglio dell'estratto della Carta 1.2 della profondità della falda (C1 "geomorfologia ed idrologia del territorio" del PTCP della Provincia di Bergamo giugno 2003)

L'analisi della cartografia consente di osservare come nell'area interessata dal progetto la piezometria si attesti intorno ai 160 m s.l.m. con andamento nord-sud. Tali piezometrie ben si accordano con i livelli statici dichiarati nelle stratigrafie dei pozzi.

AUTOSTRADA A4: TORINO . VENEZIA

TRATTO: MILANO - BERGAMO

ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE

Progetto Definitivo . Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo

All'interno del PGT del Comune di Dalmine viene ricostruita una carta isopiezometrica riferita agli anni 2009-2010. La direzione di flusso è verso sud-est. In generale il fiume Brembo esercita un'azione alimentante nei confronti degli acquiferi superficiali. La ricostruzione effettuata ben si accorda con quanto già ricostruito all'interno del PTCP con quote piezometriche che si attestano tra 160 - 165 m s.l.m..



-  Direzione del flusso idrico sotterraneo
-  Isopieze m. s.l.m. (inverno 2009 - 2010)
-  Greto fluviale del Fiume Brembo
-  Pozzi idrici
-  Depuratore
-  Industria a rischio incidente rilevante
-  Cimiteri
-  Serbatoi di combustibile
-  Inceneritore
-  Cave

VULNERABILITA' INTRINSECA				
	Grado di vulnerabilità	Litologia a protezione dell'acquifero	Profondità del tetto dell'acquifero	Caratteristiche acquifero
	ELEVATO	Sabbia	< 10 m	libera
		Ghiaia	> 10 m	libera
	ALTO	Limo	< 10 m	libera
		Sabbia	> 10 m	libera
		Sabbia	< 10 m	confinata
		Ghiaia	< 10 m	confinata
	MEDIO	Argilla	< 10 m	confinata/libera
		Limo	< 10 m	confinata
		Limo	> 10 m	libera
		Sabbia/Ghiaia	> 10 m	confinata
	BASSO	Argilla	> 10 m	confinata/libera
		Limo	> 10 m	confinata

Figura 2-17 Estratto della Carta G3 idrogeologica (PGT Comune di Dalmine)

Rispetto a quanto ricostruito all'interno della Carta G3 idrogeologica (PGT Comune di Dalmine) i livelli rilevati nell'ultima campagna di indagine eseguita a settembre 2018 risultano essere posti a quota superiore anche di 10-20 metri:

PIEZOMETRO	QUOTA SONDAGGIO	SOGGIACENZA RILEVATA (m da p.c.)	PIEZOMETRIA RILEVATA (m s.l.m.)
DE1	201.151	26.47	174.681
DE2	200.953	16.77	184.183
DE3	201.086	24.67	176.416
DE5	202.868	21.89	180.978

2.10.7 Descrizione dell'area di interesse progettuale

Il progetto si sviluppa interamente su depositi superficiali prevalentemente ghiaiososabbiosi attribuibili al Supersintema della Morla.

I terreni presenti nel sottosuolo sono costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie con materiale fine presente in superficie in continuità con spessori massimi di 2-3 metri; il materiale fine in profondità è presente in lenti discontinue di spessore variabile ad esempio: il sondaggio SA27 da 11.80 a 13.3 m, il sondaggio S2ovest da 11.8 a 13.3 m, il sondaggio S14 da 12 a 15m, il sondaggio DE5 da 13.4 a 16.3 e la dpsh DDPSH5 da 4 a 15 m). L'area posta immediatamente a sud dell'autostrada esistente, ove verrà realizzato il nuovo cavalcavia di scavalco, evidenzia ancora tracce del riporto che costituiva il vecchio rilevato d'approccio appartenente al cavalcavia smantellato (2007); lo spessore del riporto antropico è rilevante sino ad 8 metri. Le stratigrafie dei sondaggi evidenziano anche la presenza di livelli cementati all'interno dei depositi granulari prevalentemente ghiaiosisabbiosi ma la cementazione di questi livelli non appare continua. A partire dai 14 metri di profondità i livelli cementati risultano più frequenti. Considerando le stratigrafie dei pozzi per acqua, più profondi rispetto ai sondaggi geognostici, si osserva che il conglomerato cementato viene segnalato a partire dai 16-20 metri, anche in questo caso la continuità in profondità non è sempre presente.

La falda freatica defluisce da nord-ovest a sud-est. L'ultima ricostruzione bibliografica della superficie freatica è riferibile al PGT di Dalmine ed è riferita al periodo 2009-2010; tale ricostruzione indica piezometrie comprese tra 160-165 m s.l.m. circa per la tratta in esame, situazione che ben si accorda con la ricostruzione effettuata all'interno del PTCP di Bergamo. Diversamente, la campagna di rilievo piezometrico effettuata dopo la realizzazione dei sondaggi denominati DEx (settembre 2018) ha evidenziato quote piezometriche ben superiori anche di 10-

20 metri rispetto a quanto ricostruito nel PGT e nel PTCP, con quote variabili da 174 a 184 m s.l.m. tale situazione indica un generale innalzamento della falda.

2.10.8 Caratterizzazione geotecnica

Sulla base delle indagini geognostiche sviluppate a supporto della progettazione definitiva (si veda la relazione geotecnica APE0001) sono state individuate le unità litologiche prevalenti lungo il tracciato di progetto, specificando le tipologie di terreno secondo la classificazione CNR UNI 10006.

L'intero intervento è inquadrabile uniformemente in un'unica unità geotecnica+ caratterizzata da materiali a la cui granulometria è inclusa nei seguenti range:

- ghiaia = 18% - 76%
- sabbia = 14% - 47%
- limo = 0% - 26%
- argilla = 0% - 33%

Le percentuali sopra riportate, riferite a campioni prelevati a profondità superiori a 1,5 . 2,0 m dal piano campagna, mostrano chiaramente come i terreni indagati siano per lo più ascrivibili alle categorie A1 ed A2 della classificazione CNR-UNI 10006, il che rende possibile il loro riutilizzo per la realizzazione dei nuovi rilevati in progetto.

La tabella riporta l'incidenza riscontrata delle diverse classi UNI 10006 tra tutte le caratterizzazioni svolte.

Gruppo/ Sottogruppo	Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	n. campioni	incidenza
A1-a	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa	14	24%
A1-b	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa	29	50%
A2	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	5	9%
A2-4	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	1	2%
A2-7	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	4	7%
A6	Argille poco compressibili	4	7%
A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	1	2%

Per quanto riguarda i terreni più superficiali si riscontrano percentuali maggiori di materiali fini (limi ed argille), che li rendono ascrivibili prevalentemente alle categorie A6 ed A4 (in base alla classificazione CNR-UNI 10006).

Gruppo/ Sottogruppo	Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	n. campioni	incidenza
A1-b	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa	2	10%
A2-4	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	2	10%
A4	Limi poco compressibili	6	30%
A6	Argille poco compressibili	10	50%

Tale situazione porta quindi a prevedere una bonifica dei piani di posa per spessori di 80 cm (oltre i 20 cm dello scotico superficiale).

Poiché non sono previsti scavi profondi per la realizzazione delle opere in progetto (si vedano i profili di progetto STD0019 e STD0020) risulta pertanto che la quasi totalità dei materiali scavati interessa gli strati più superficiali e quindi sia classificabile come A6 e A4 e che il loro riutilizzo, tanto nella bonifica del piano di posa quanto nella formazione dei rilevati delle nuove rampe, sia fattibile previo trattamento con legante idraulico.

Le caratteristiche geotecniche dei materiali scavati consentono pertanto il riutilizzo del materiale scavato per la realizzazione degli interventi di progetto secondo le seguenti modalità:

- 80% del materiale scavato è idoneo per la costruzione dei nuovi rilevati previo trattamento;
- 20% del materiale scavato non può essere riutilizzato nei rilevati e verrà impiegato per la formazione del rimodellamento ambientale;
- 100% dello scotico superficiale (materiale vegetale) è idoneo per i ricoprimenti finali e la realizzazione del rimodellamento ambientale.

2.11 LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017

Si evidenzia che la gestione dei materiali è caratterizzata da sole operazioni di scavo all'aperto, riferite a lavorazioni principali per la bonifica e preparazione del piano di posa e successiva sistemazione del rilevato stradale e suo ampliamento. Sono previsti alcuni scavi profondi per le opere di scavalco di viabilità stradale e autostradale.

Le opere principali da realizzare ai sensi del Regolamento pertanto si individuano in:

- a) Rilevato autostradale e tangenziale;
- b) Opere maggiori di attraversamento di viabilità locale e autostradale;
- c) Barriere acustiche realizzate su fondazioni di pali di medio diametro;

- d) Rimodellamento morfologico dell'area interclusa;
- e) Aree di cantiere.

Questa suddivisione è proposta sulla base delle descrizioni sintetiche riportate in questo capitolo, sulla base delle evidenze emerse nella fase cognitiva sul territorio e dello sviluppo progettuale che evidenziano alcune peculiari caratteristiche:

1. particolarità e tipologia delle opere previste, caratterizzate dalla continuità e dalla disposizione dei rilevati stradali;
2. contesto territoriale omogeneo e tipologia delle aree interferite:
 - a) caratteristiche morfologiche,
 - b) uso del suolo,
 - c) interferenze antropiche e insediamenti urbanizzati;
3. caratteristiche litologiche, con la presenza continua in superficie di terreni con percentuali prevalenti di materiali fini (limi ed argille), e di depositi profondi costituiti principalmente da sabbie e ghiaie..

Sulla base di tali considerazioni e delle fasi di lavorazione previste in progetto, la gestione delle terre e rocce da scavo seguirà un unico ambito di cantierizzazione. I movimenti delle terre da scavo avverranno lungo le viabilità esistenti (si veda capitolo 7.1), con deposito intermedio posto all'interno dell'area di cantiere a supporto di tutte le lavorazioni posta nell'area interclusa generata dalla nuova rampa di svincolo e dalla Tangenziale Sud di Bergamo a sud dell'autostrada.

2.11.1 Asse di progetto

La viabilità principale è costituita da due rampe denominate Asse A1 e Asse A2. La sezione tipo è caratterizzata da due carreggiate separate da uno spartitraffico monofilare metallico di larghezza pari a 2.00m.

La carreggiata in direzione A4 (Asse A2), nel tratto iniziale che va dall'innesto sulla rotatoria della Tangenziale di Bergamo al tratto in affiancamento con l'asse A3, si compone di una corsia di larghezza pari a 4 m, banchina destra di larghezza minima pari a 1.50m e banchina in sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 6.50m. Nel tratto successivo, da dopo l'innesto con l'asse A3 fino al piazzale di esazione, sono previste due corsie di marcia da 3.50m di larghezza e banchina laterale in destra e sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 9.00m.

La carreggiata in direzione Bergamo . denominato asse A1 è una carreggiata composta da una corsia di 4.00 m di larghezza, banchina destra di larghezza minima pari a 1.50m e banchina in sinistra di larghezza minima pari a 1.00m per una larghezza totale di 6.50m.

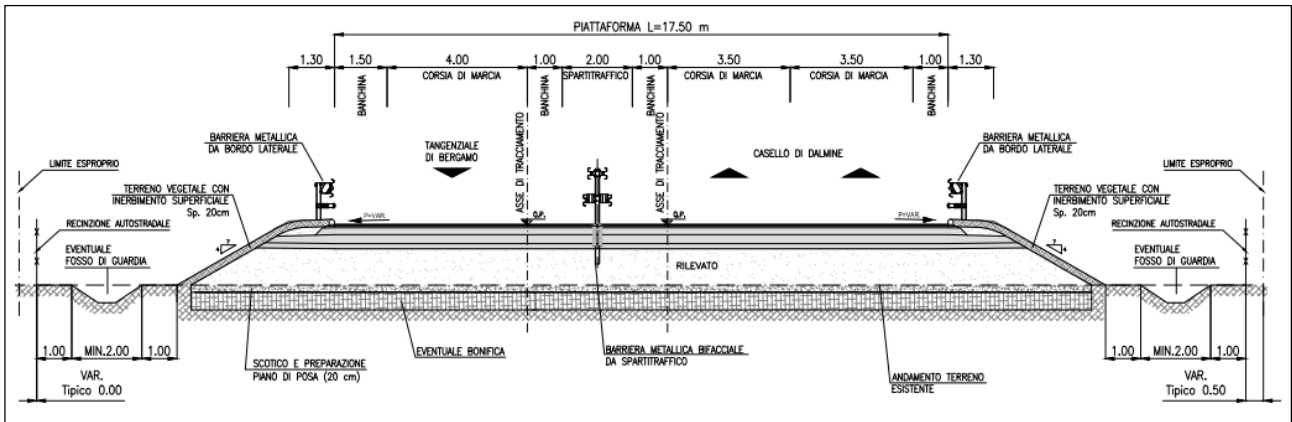


Figura 2-18 Sezione tipo rampa bidirezionale a 3 corsie

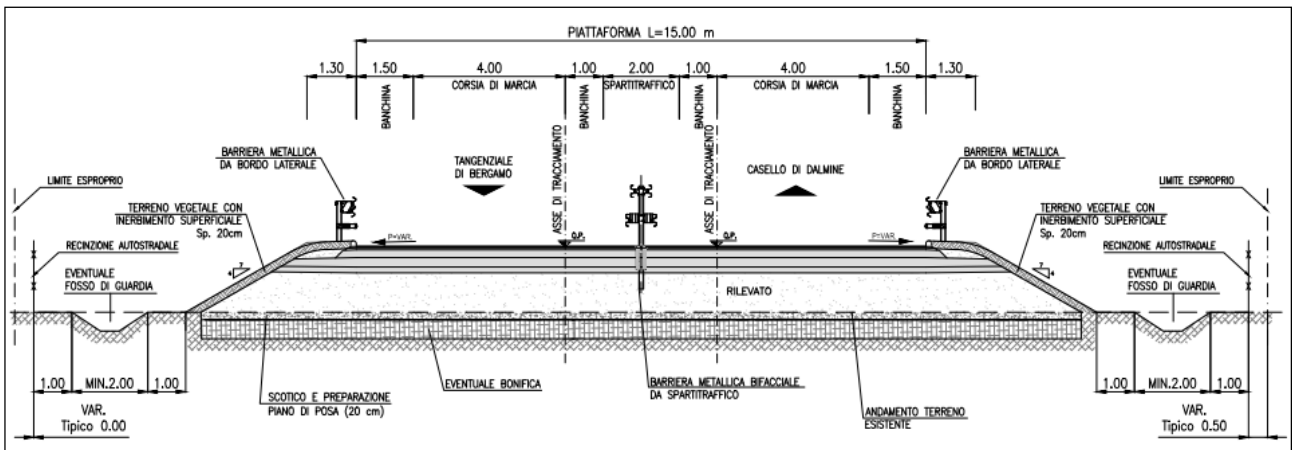


Figura 2-19 Sezione tipo rampa bidirezionale a 2 corsie

Per le rampe monodirezionali, si è prevista una sezione composta da una corsia di larghezza 4.00m, banchina in destra da 1.50m e banchina in sinistra da 1.00 per complessivi 6.50m di pavimentato.

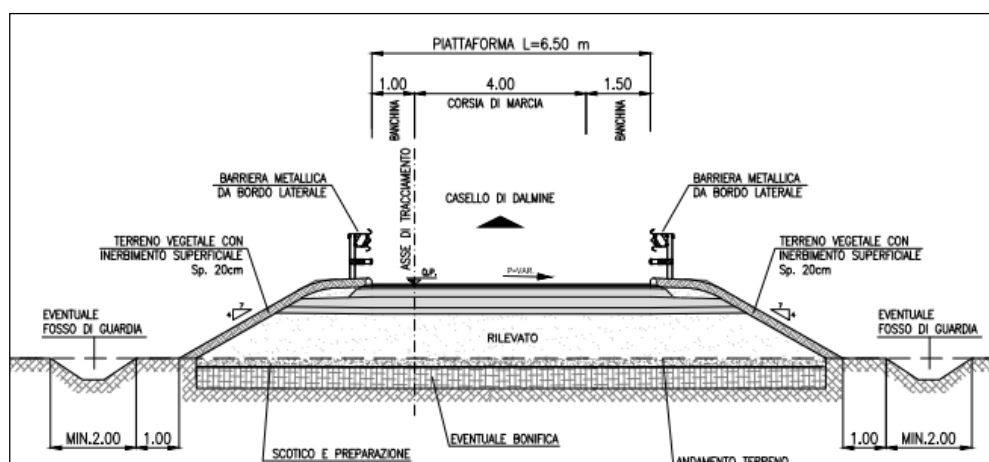


Figura 2-20 Sezione tipo rampa di svincolo monodirezionale

2.11.2 Opere d'arte principali

Di seguito si descrivono in termini generali le principali opere d'arte presenti nel progetto di adeguamento dello svincolo di Dalmine.

2.11.2.1 Cavalcavia sull'Autostrada A4

Il cavalcavia sulla A4 è costituito da una campata unica di luce pari a 48.30 m (in asse appoggio). L'impalcato è composto da una travata in sezione mista formata da tre coppie di travi, distanziate di 2.90 m, collegate da traversi reticolari aventi forma a K. Le travi principali, realizzate in sezione composita saldata a doppio T, presentano un'altezza di 1.80 m e sono rese solidali alla soletta in c.a., spessa 0.30 m, mediante un sistema di connettori a piolo. La soletta è costituita da un getto in c.a. realizzato con l'aiuto di predalle prefabbricate in c.a. intese non collaboranti in fase di esercizio. La larghezza massima complessiva dell'impalcato è pari a 18.82 m.

Le spalle sono del tipo tradizionale in c.a. con paramento spesso 2.0 m, paraghiaia spesso 0.40 m e ciabatta di fondazione spessa 2.0 m. Le fondazioni sono di tipo profondo su 21 pali $\phi 1200$ mm.

2.11.2.2 Sottovia di accesso al Casello

Il sottovia di accesso al casello è costituito da una campata unica di luce pari a circa 23.25 m (in asse appoggio). L'impalcato è composto da una serie di 26 travi HEB650 accostate tra loro ad interasse di 0.75 m. Le travi longitudinali presentano un'altezza di 0.65 m e sono rese solidali alla soletta in c.a., spessa 0.15 m. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 20.40 m, di cui 19.00 m costituiscono le carreggiate divise da uno spartitraffico di larghezza pari a 2.00m, su entrambi i lati è previsto un cordolo da 0.70 m.

Le spalle sono del tipo tradizionale in c.a. con paramento spesso 1.20 m, paraghiaia spesso 0.30 m e ciabatta di fondazione spessa 1.50 m. Le fondazioni sono di tipo profondo su 14 pali ϕ 1200 mm.

2.11.3 Barriere acustiche

A supporto della progettazione è stato predisposto uno studio acustico basato su specifiche indagini fonometriche in sito e su elaborazioni modellistiche.

La valutazione dell'impatto acustico correlato all'intervento sull'infrastruttura in esame è volta alla verifica dei livelli di emissione sonora prodotti dal traffico veicolare in transito nello scenario di progetto nonché al dimensionamento dei necessari interventi di mitigazione, qualora vengano individuate situazioni di criticità all'interno dell'ambito di studio considerato.

A tale proposito, quindi, dopo avere individuato i recettori presenti all'interno delle fasce di pertinenza acustica specifiche del tracciato autostradale, si è proceduto alla stima puntuale dei livelli sonori ed alla valutazione della propagazione sonora mediante specifico modello di simulazione.

Il progetto prevede la realizzazione di una barriera acustica continua posta in corrispondenza dei ricettori esposti, al fine di riportare i livelli acustici entro i limiti di soglia prescritti. Tale barriera è suddivisa in 4 tratte di altezze diverse come indicato in tabella, per un lunghezza complessiva di 486 m.

BARRIERA	LUNGHEZZA (m)	ALTEZZA (m)
FO01	109	3
FO02	130	5
FO03	172	4
FO04	75	3

Le barriere acustiche saranno realizzate su pali di medio diametro.

2.11.4 Rimodellamento morfologico dell'area interclusa

In considerazione di quanto prescritto con ^{la} Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018+ è stata studiata una sistemazione ambientale (vedere elaborato) che prevede la messa a dimora delle eccedenza del bilancio terre entro lo sviluppo planimetrico delle rampe di svincolo a sud della Tangenziale Sud di Bergamo.

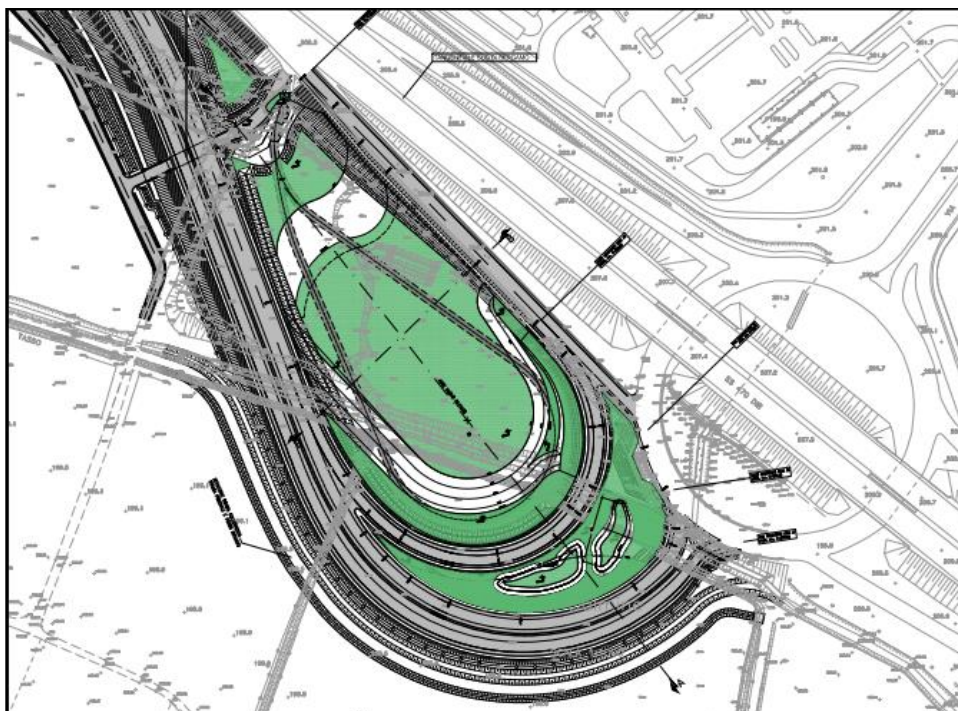
Per effetto delle geometrie stradali la area interclusa tra gli assi A1, A2, A3 e A5 si presenta, alle quote attuali del piano campagna, infossata entro le geometrie dei rilevati stradali in progetto, attraversata solo dalla viabilità ciclabile collegata al sottopasso esistente e priva di adeguati recapiti al reticolo idrico superficiale a causa della deviazione della Roggia Colleonesca in esterno al progetto.

Il profilo del terreno di progetto intercluso presenta pertanto un leggero rialzo, raccordato lungo i fossi disperdenti al piede dei rilevati stradali, che previene la formazione di aree depresse ed il rischio di ristagno idrico, ponendo al contempo la vegetazione di progetto in posizione più elevata e maggiormente percepibile.

I pendii del rimodellamento presentano un andamento curvilineo e una pendenza lieve, consentendo una facile manutenzione ed una spontanea integrazione percettiva con la morfologia del contesto.

La area oggetto di rimodellamento ambientale rimmarrà di pertinenza delle infrastrutture stradali limitrofe e non ne sarà permessa la fruizione al pubblico

La sistemazione finale delle aree intercluse prodotte dal progetto tramite il rimodellamento morfologico viene realizzata con i materiale di scavo in esubero rispetto ai fabbisogni relativi al corpo stradale delle nuove rampe.



2.11.5 Aree di cantiere

Data la limitata estensione dell'intervento è prevista una sola area di cantiere di circa 6.620 mq. Tale area si trova nell'area interclusa tra la rampa della Tangenziale di Bergamo in Comune di Stezzano che si raccorda alla rotatoria di Stezzano (via Guzzanica) e la rampa di svincolo in progetto ed è direttamente accessibile dalla viabilità esistente.

2.11.5.1 Aree di deposito intermedio ed in attesa di utilizzo

All'interno dell'area di cantiere è stata identificata l'area che sarà occupata dal deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi, che avrà un'estensione di 2.520 mq.



Figura 2-21 Disposizione del cantiere con indicazione dell'area di deposito temporaneo delle terre

3 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO

Al fine di ricostruire la tipologia e le caratteristiche dei materiali da scavo, sono stati utilizzati i risultati delle indagini geognostiche (in sito ed in laboratorio), associati agli esiti della campagna di caratterizzazione ambientale che ha previsto il campionamento dei terreni e loro analisi chimica.

Si è provveduto in una prima fase a reperire le informazioni disponibili al fine di inquadrare il tema della qualità dei terreni nell'area in studio, incluso gli elementi già inseriti nello studio preliminare ambientale sottoposto positivamente a Verifica di assoggettabilità ministeriale (Determinazione direttoriale n. DVA-DEC-2018-0000288 del 03/07/2018).

Successivamente, si è realizzata una apposita campagna di indagini mirata alla definizione degli aspetti di maggiore interesse ingegneristico ed ambientale (caratterizzazione litologica e meccanica delle diverse formazioni, caratteristiche idrogeologiche e geomeccaniche relative ai principali contesti tettonici, ricostruzione dell'assetto idrogeologico dell'area, ecc.).

La campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito è stata eseguita nel 2018, svoltasi ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e sulla base delle indicazioni degli allegati 2 e 4 del Regolamento ex DPR 120/2017, secondo la definizione di caratterizzazione ambientale di cui all'art. 2, comma 1, lettera e.

3.1 CONOSCENZE PREGRESSE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO

È risultato opportuno estendere la conoscenza dei dati progettuali con la ricerca di informazioni tecnico-scientifiche su situazioni ambientali già riconosciute a livello regionale e locale.

In particolare è stato necessario verificare la presenza di siti contaminati o potenzialmente tali, che possono interferire con l'opera in progetto. Di seguito si sintetizza alcune analisi bibliografiche e tecniche sull'area in oggetto, riferite agli approfondimenti inseriti nei documenti istituzionali della Regione Lombardia e della Provincia di Bergamo.

3.1.1 Uso del suolo

Il territorio interessato dallo svincolo di Dalmine presenta a livello di area vasta una connotazione insediativa e strutturale, con limitati intervalli agricoli.

Nello specifico dell'area interessata dallo svincolo di Dalmine si nota che il tracciato dell'autostrada A4 costituisce proprio un confine tra una zona di fatto esclusivamente urbanizzata posta a nord-ovest dell'autostrada, e una zona ancora completamente agricola posta a sud-est. Questa cesura è evidente anche nell'estratto dalla Carta dell'uso del suolo a livello provinciale riportato in Figura 3-1.

Nelle aree agricole prossime all'autostrada sono presenti seminativi semplici e, più a sud, alcune coltivazioni in serre stabili.

L'intervento, pur insistendo su un'area agricola, occupa solo la parte più limitrofa al sedime autostradale, che al momento risulta in alcune parti non utilizzata e in alcune parti destinata alle vasche di raccolta e trattamento delle acque di dilavamento realizzate nell'ambito dell'ampliamento dell'autostrada A4.

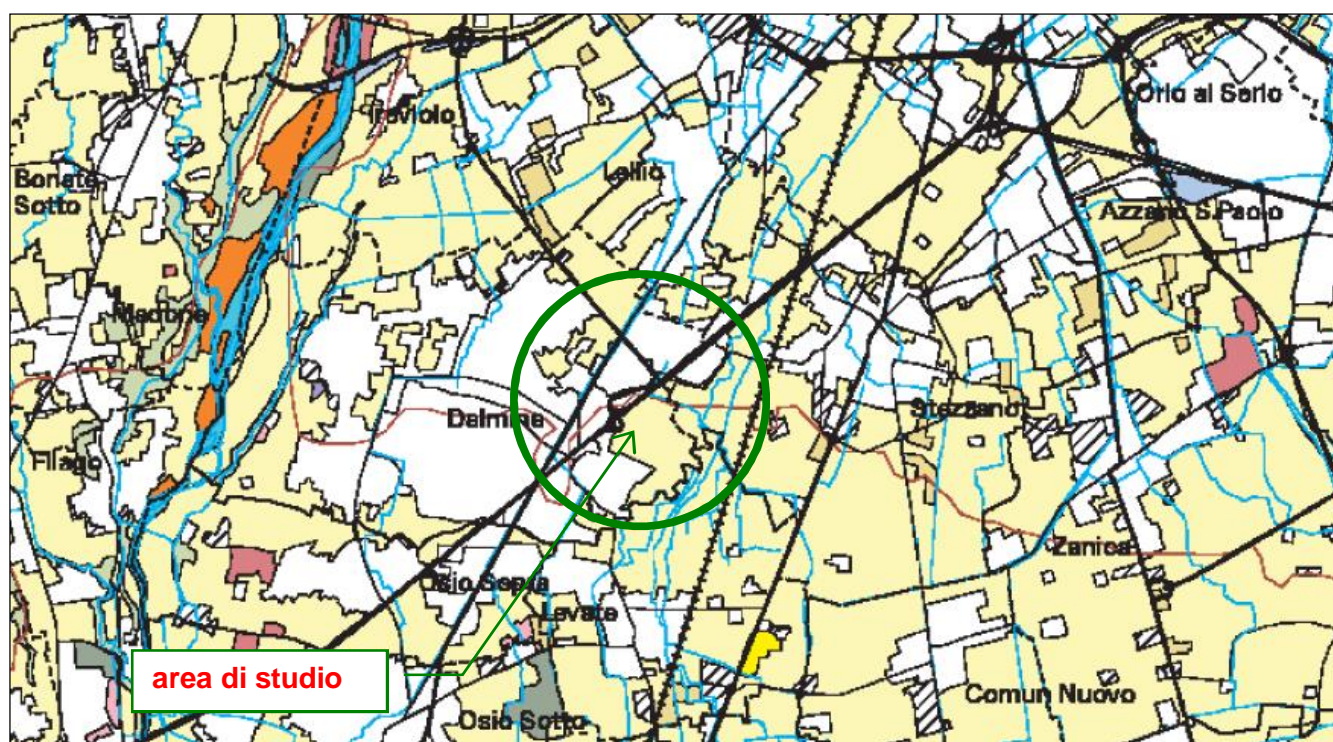


Figura 3-1: Carta dell'uso del suolo (Fonte: Studi e Analisi per il PTCP; in giallo i seminativi semplici, in bianco le aree urbanizzate)

3.1.2 Anagrafe regionale dei siti contaminati

Come anticipato in premessa al presente capitolo, è stato inoltre consultato l'elenco dei siti contaminati sul territorio lombardo, disponibile sulla piattaforma web della Regione Lombardia dedicata agli *open data*. Dalla consultazione svolta nel mese di novembre 2018 è emerso che nel comune di Dalmine è presente un solo sito inquinato presso un distributore di carburanti non localizzato in prossimità del sito di progetto (Via delle Valli), mentre in comune di Stezzano non sono presenti siti inquinati.

3.2 IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017

3.2.1 Campagne di indagine per la caratterizzazione dei terreni in sito

Il tracciato di progetto è stato interessato da una campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito, svolta nel periodo Agosto . Settembre 2018. In allegato (ammb1001) sono riportati i Rapporti di Prova emessi dal laboratorio che ha eseguito le analisi sui campioni.

Per quanto riguarda l'analisi dei risultati della caratterizzazione ambientale ed il confronto con i limiti di contaminazione previsti dalla normativa va evidenziato che, poiché l'opera in progetto è una infrastruttura viaria, essa determina un uso del territorio assimilabile a quello che la normativa (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Allegato 5 alla parte IV) indica come uso commerciale o industriale. Di conseguenza come limiti di contaminazione di riferimento per le varie sostanze inquinanti possono essere assunti quelli della colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Nel corso della campagna di indagine a supporto della progettazione sono stati prelevati un totale di 10 campioni di terreno da sottoporre a caratterizzazione ambientale, provenienti da 8 punti di indagine. Dal momento che lo scavo all'aperto avviene con mezzi meccanici tradizionali e non comporta di conseguenza la possibilità di contaminazione dei terreni, questa caratterizzazione preventiva effettuata in sito sulle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati è stata finalizzata a definirne l'eventuale contaminazione.

3.2.2 Criteri di ubicazione dei punti d'indagine

La caratterizzazione delle caratteristiche chimiche dei terreni interessati è stata definita in base all'estensione delle aree o tratti di progetto con lo scopo di ottenere, prima della fase di scavo, un esaustivo grado di conoscenza dei requisiti ambientali. Tale attività ha avuto anche la finalità di determinare eventuali situazioni di contaminazione o di individuare valori di concentrazione elementare riconducibili al fondo naturale.

Nella predisposizione del piano di indagini, sono state considerate le pressioni antropiche presenti le conoscenze desunte dagli studi geognostici e la tipologia di interventi previsti in progetto.

Nell'ubicazione delle indagini si sono tenuti in conto i seguenti aspetti:

- omogeneità litologica, superficiale (limi e argille) e profonda (sabbie e ghiaie);
- tipologia delle aree interferite;
- particolarità e tipologia delle opere previste nei diversi ambiti, caratterizzate da una certa continuità riferita soprattutto alla disposizione dei diversi rilevati stradali.

Come da Allegato 2 del Regolamento, l'individuazione della densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione è stata basata su considerazioni di tipo ragionato lungo i diversi ambiti, in considerazione degli interventi e delle opere da realizzare.

I punti di indagine hanno seguito pertanto un modello statistico e sono stati localizzati in posizione opportuna. Nel seguente schema vengono definiti i punti di indagine per ciascuna tipologia progettuale.

Tabella 3-1 Disposizioni per il campionamento da All. 2 del D.P.R. 120/2017

		ESTENSIONI	PRELIEVI
1	AREE DI CANTIERE	Area < 2.500 m ²	minimo n.3
		2.500 < Area < 10.000 m ²	3 + 1 ogni 2.500 m ²
		> 10.000 m ²	7 + 1 ogni 5.000 m ² eccedenti
2	TRACCIATO LINEARE	500 m lineari	n.1 campione

Lungo il tracciato principale dell'intervento pari a circa 830 m sono stati previste 3 punti di indagine (minimo da Allegato 2: 2 punti di indagine).

Presso l'area di cantiere, di estensione pari a 6.620 mq, sono stati previste 6 punti di indagine (minimo da Allegato 2: 5 punti di indagine).

L'ubicazione dei punti è riportata nel paragrafo seguente, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al D.P.R. 120/2017.

3.2.3 Metodologia di indagine

3.2.3.1 Ubicazione dei punti e caratteristiche tecniche di indagine

Le indagini ambientali nel sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2) con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni senza alterarne le caratteristiche ed evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, adottando particolari accorgimenti durante ogni manovra (uso di rivestimenti, scarpe non verniciate, eliminazione di gocciolamenti, pulizia dei contenitori, pulizia di tutti le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro).

La scelta del prelievo ambientale in pozzetti esplorativi è stata dettata in base al volume di terreno da movimentare in funzione del progetto stradale. Il tracciato in esame è costituito quasi interamente da un rilevato basso e non contempla pertanto opere, quali paratie o gallerie, la cui realizzazione determina movimentazioni di strati profondi di terreno. Si è deciso conseguentemente di caratterizzare i primi orizzonti del suolo, fino ad un massimo di circa 3,0 m dal p.c.

L'ubicazione planimetrica delle indagini eseguite è riportata, schematicamente, in Figura 3-2, estratta dalla planimetria geologica con indicazione delle indagini ambientali presente nella Relazione geologica (GEO0001).

Sono state eseguite tutte le indagini previste nel piano di caratterizzazione illustrato al paragrafo 2.1.1.1 3.2.2

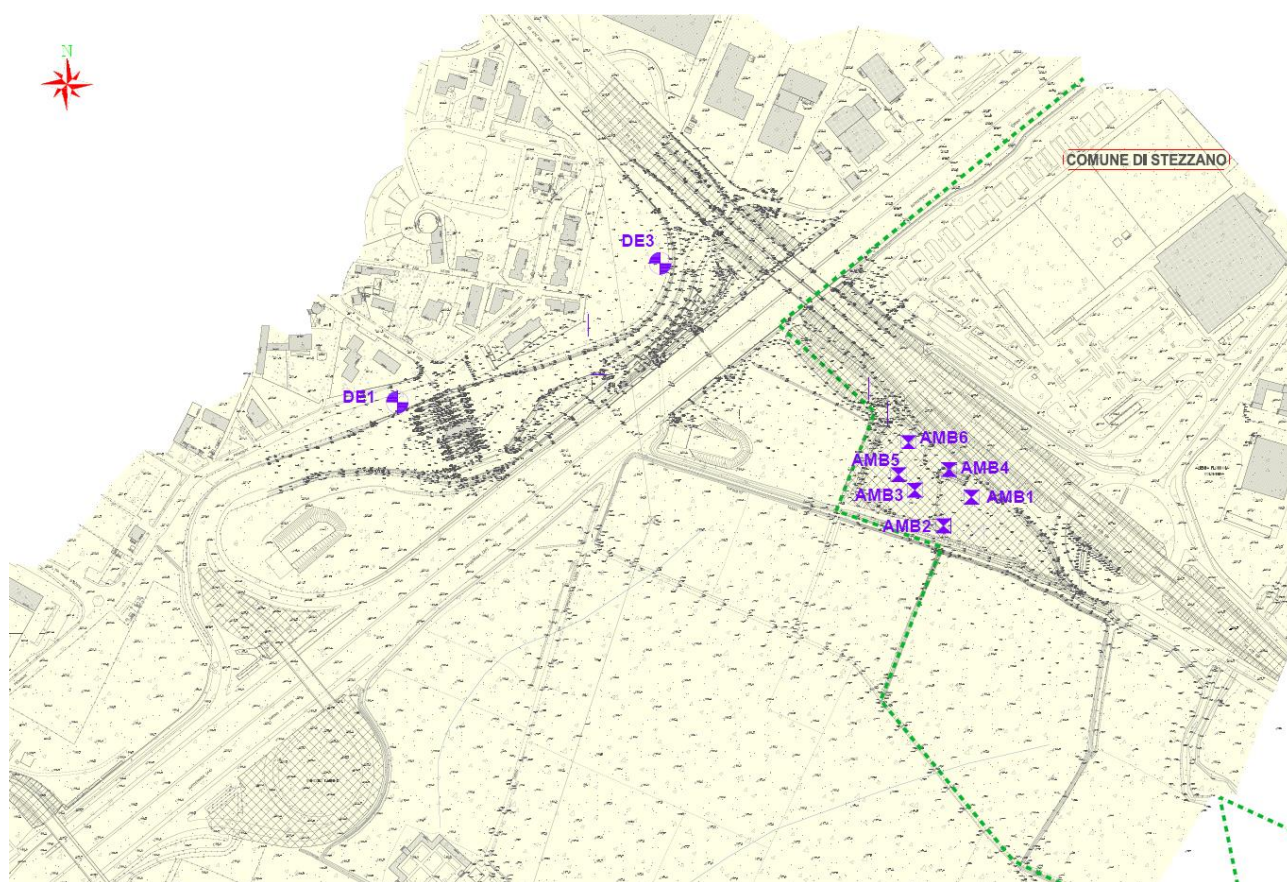


Figura 3-2: Ubicazione campionamenti ambientali, autostrada A4 Svincolo di Dalmine

Tra i sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nella campagna geognostica di progettazione, 2 (sigla **DE-1, DE-3**) sono stati utilizzati anche per il prelievo di campioni ambientali; la perforazione degli stessi è stata eseguita a rotazione, rigorosamente a secco, utilizzando margarina vegetale al posto del grasso minerale ed utilizzando ad ogni manovra l'idropulitrice per pulire accuratamente e regolarmente aste e carotiere.

Inoltre, sono stati realizzati 6 scavi esplorativi mediante elica ad infissione manuale (Sigla **AMB da 1 a 6**), con il solo scopo di prelevare campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimica.

In

Punto di indagine	Coordinate Gauss-Boaga			Quota campioni (m da p.c.)	
	Y (nord, m)	X (est, m)	Quota (m s.l.m.)	Ca1	Ca2
DE-1	5.054.966,04	1.548.475,90	201,151	0.00 - 0.30	2,50 - 3,00
DE-3	5.055.092,51	1.548.715,56	201,086	0.00 - 0.30	2,50 - 3,00
AMB-1	5.054.878,57	1.548.999,30	200,448	0.00 - 0.50	-
AMB-2	5.054.852,41	1.548.973,92	200,665	0.00 - 0.50	-
AMB-3	5.054.885,00	1.548.947,70	200,728	0.00 - 0.50	-
AMB-4	5.054.903,87	1.548.978,93	200,836	0.00 - 0.50	-
AMB-5	5.054.899,14	1.548.932,89	200,813	0.00 - 0.50	-
AMB-6	5.054.929,27	1.548.941,91	201,363	0.00 - 0.50	-

Tabella 3-2 sono riportate le coordinate geografiche espresse in Gauss-Boaga dei punti di indagine con le relative profondità di campionamento e la quota in metri s.l.m.

Punto di indagine	Coordinate Gauss-Boaga			Quota campioni (m da p.c.)	
	Y (nord, m)	X (est, m)	Quota (m s.l.m.)	Ca1	Ca2
DE-1	5.054.966,04	1.548.475,90	201,151	0.00 - 0.30	2,50 - 3,00
DE-3	5.055.092,51	1.548.715,56	201,086	0.00 - 0.30	2,50 - 3,00
AMB-1	5.054.878,57	1.548.999,30	200,448	0.00 - 0.50	-
AMB-2	5.054.852,41	1.548.973,92	200,665	0.00 - 0.50	-

AMB-3	5.054.885,00	1.548.947,70	200,728	0.00 - 0.50	-
AMB-4	5.054.903,87	1.548.978,93	200,836	0.00 - 0.50	-
AMB-5	5.054.899,14	1.548.932,89	200,813	0.00 - 0.50	-
AMB-6	5.054.929,27	1.548.941,91	201,363	0.00 - 0.50	-

Tabella 3-2: Coordinate geografiche in Gauss Boaga (m) e profondità campioni 2018

3.2.3.2 Metodiche di campionamento

La quantità di prelievi su ciascun punto di indagine individuato ha seguito le indicazioni dell'allegato 4 del D.P.R. 120/2017, ponendo attenzione alle effettive condizioni del sito, agli orizzonti stratigrafici interessati, alle profondità massime di scavo da p.c. previste da progetto in ciascun punto e della possibilità di accesso o di interferenza dei punti stessi.

In generale i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali dei materiali da scavo sono stati prelevati come campioni formati da diversi incrementi prelevati lungo ciascun orizzonte stratigrafico individuato in ogni punto di indagine. Ciò avviene per ottenere una rappresentatività media di ciascun strato in relazione agli orizzonti individuati e/o alle variazioni laterali.

Secondo le metodiche standard, indicate in allegato 4 al D.M. 120/2017, il campionamento è stato effettuato sul materiale tal quale, con le dovute operazioni di quartatura, in modo tale da ottenere un campione rappresentativo.

La formazione del campione è avvenuta su un telo di plastica (polietilene) di dimensioni minime di 2x2 m, in condizioni umide e, se necessario, con aggiunta di acqua pura. L'attività si è svolta in condizioni comunque adeguate a evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale. La suddivisione del campione è stata effettuata in più parti omogenee, adottando i metodi della quartatura riportati nella normativa.

La preparazione dei campioni delle matrici terrigene, ai fini della loro caratterizzazione chimico-fisica, è stata effettuata secondo i principi generali presenti in normativa e secondo le ulteriori indicazioni di cui al seguito.

Ogni campione prelevato è stato opportunamente vagliato al fine di ottenere una frazione passante al vaglio 2 cm. Le determinazioni analitiche di laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm e successivamente mediata sulla massa del campione passante al vaglio 2 cm.

Le modalità di conservazione e trasporto del materiale prelevato sono dettate dalla normativa di riferimento (UNI 10802). Il campione di laboratorio è stato raccolto in un idoneo contenitore bocca

larga con tappo a chiusura ermetica con sottotappo teflonato, sigillato ed etichettato con la data di prelievo, con il riferimento al sito di prelievo e, quindi, all'area di lavoro di provenienza.

3.2.3.3 Periodi di campionamento

L'attività di campionamento, eseguita contestualmente alle indagini geognostiche, è stata effettuata nel periodo di Agosto . Settembre 2018.

3.2.3.4 Check-list inquinanti analizzati

Poiché le analisi territoriali ed ambientali svolte nell'ambito dello Studio Preliminare Ambientale hanno escluso la presenza di particolari criticità ambientali, si è supposto che la principale fonte di potenziale contaminazione del suolo interessato dal progetto di ampliamento del tratto autostradale in oggetto sia rappresentata dal traffico veicolare che insiste sull'infrastruttura. Pertanto nei campioni di terreno si è ritenuto opportuno ricercare i principali metalli pesanti, con l'aggiunta dei composti aromatici e degli idrocarburi leggeri e pesanti.

Di seguito si specifica l'elenco del set chimico scelto per i campioni di terreno suddiviso per classi analitiche (tabella 4.1 dell'allegato 4 del DM 120/2017):

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn).
- Idrocarburi pesanti (C>12).
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Xilene.
- Composti aromatici policiclici (IPA).
- Amianto in fibre libere.

3.2.3.5 Analisi chimiche di laboratorio

Le analisi chimiche dei campioni di terreno sono state eseguite presso un laboratorio riconosciuto ed accreditato, secondo il sistema di certificazione ACCREDIA, ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

Le analisi chimico-fisiche sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire il rilevamento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite e comunque sono utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

I risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di scavo.

3.2.4 Risultati dell'indagine ambientale

Il presente capitolo riporta in sintesi lo studio dei dati ricavati dalle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati, riportati nella tabella seguente.

I campioni di terreno prelevati sono stati consegnati integri e senza alcun tipo di alterazione al laboratorio, dove sono state eseguite le operazioni preliminari di preparazione alle analisi chimiche. Le analisi chimiche di laboratorio sono cominciate con le fasi di preparazione dei campioni.

Le date di consegna e di inizio e fine indagine analitica sono riportate, per tutte le attività di laboratorio eseguite, nei Rapporti di Prova allegati al presente documento. In allegato al presente documento (elaborato AMB1001) si riportano, infatti, i certificati di prova di tutte le analisi eseguite, in cui sono indicati per ciascun campione i risultati di laboratorio dei diversi parametri ricercati e la metodica utilizzata, il numero del rapporto di prova ed i valori limite previsti dalla normativa (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, tabella 1 colonne A e B) per un diretto confronto e per la verifica di eventuali superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

AUTOSTRADA A4: TORINO . VENEZIA

TRATTO: MILANO - BERGAMO

ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE

Progetto Definitivo . Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo

Sigla punto indagine				DE-1		DE-3		AMB-1	AMB-2	AMB-3	AMB-4	AMB-5	AMB-6
	Analyte	Units	Lim. Col. B	Lim. Col. A	CA1 a	CA2 a	CA1 a	CA2 a	CA1 a	CA1 a	CA1 a	CA1 a	CA1 a
Profondità prelievo	m				0,00 - 0,30	2,50 - 3,00	0,00 - 0,30	2,50 - 3,00	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50
Data prelievo					21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018
residuo a 105°C	%				93	86	90	87	91	91	94	92	94
frazione setacciata a 2mm	%				86	76	100	69	56	77	50	57	64
-amianto	mg/Kg	1000	1000		<770	<770	<780	<820	<770	<780	<770	<820	<770
crisotilo	mg/Kg				<720	<720	<730	<760	<720	<730	<720	<760	<720
crocidolite	mg/Kg				<770	<770	<780	<820	<770	<780	<770	<820	<770
grunerite/amianto (amosite)	mg/Kg				<680	<680	<690	<720	<680	<690	<680	<720	<680
arsenico	mg/Kg	50	20		26	33	22	20	25	22	19	22	19
cadmio	mg/Kg	15	2		0,37	0,27	7,3	0,33	0,23	0,18	0,15	0,2	0,66
cobalto	mg/Kg	250	20		21	8,7	12	5,4	4,9	6,6	5,1	5,6	6
cromototale	mg/Kg	800	150		31	22	50	20	14	20	16	22	24
mercurio	mg/Kg	5	1		0,42	0,21	0,63	0,12	0,28	0,09	0,11	0,14	0,2
nicel	mg/Kg	500	120		22	24	33	14	18	18	15	18	18
piombo	mg/Kg	1000	100		30	20	190	16	14	16	12	14	31
rame	mg/Kg	600	120		23	20	56	19	32	15	15	16	16
vanadio	mg/Kg	250	90		37	40	55	25	27	37	28	35	36
zinco	mg/Kg	1500	150		99	69	890	58	50	51	47	54	130
cromo(VI)	mg/Kg	15	2		0,2	0,17	0,28	0,22	0,12	0,19	0,12	0,13	0,17
idrocarburi pesanti (C12-C40)	mg/Kg	750	50		50	0,7	20	0,61	6,9	24	2,7	5,6	11
-sommatoria organici aromatici (DIgs 152/06-All 5 Tab 1)	mg/Kg	100	1		<0,0026	<0,0024	<0,0043	<0,002	<0,0016	<0,0026	<0,0018	<0,0021	<0,0023
-xileni (o,m,p)	mg/Kg	50	0,5		<0,0013	<0,0012	<0,0022	<0,001	<0,00083	<0,0013	<0,00092	<0,0011	<0,0012
benzene	mg/Kg	2	0,1		<0,0014	<0,0013	<0,0023	<0,001	<0,00087	<0,0014	<0,00097	<0,0011	<0,0012
etilbenzene	mg/Kg	50	0,5		<0,0026	<0,0024	<0,0043	<0,002	<0,0016	<0,0026	<0,0018	<0,0021	<0,0023
m,p-xilene	mg/Kg				<0,0013	<0,0012	<0,0021	<0,00096	<0,0008	<0,0013	<0,00089	<0,001	<0,0011

AUTOSTRADA A4: TORINO . VENEZIA

TRATTO: MILANO - BERGAMO

ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE

Progetto Definitivo . Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo

Sigla punto indagine				DE-1		DE-3		AMB-1	AMB-2	AMB-3	AMB-4	AMB-5	AMB-6
	Analyte	Units	Lim. Col. B	Lim. Col. A	CA1 a	CA2 a	CA1 a	CA2 a	CA1 a	CA1 a	CA1 a	CA1 a	CA1 a
Profondità prelievo	m				0,00 - 0,30	2,50 - 3,00	0,00 - 0,30	2,50 - 3,00	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50
Data prelievo					21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018	21/09/2018
o-xilene	mg/Kg				<0,0019	<0,0017	<0,0032	<0,0014	<0,0012	<0,0019	<0,0013	<0,0016	<0,0017
stirene	mg/Kg	50	0,5		<0,0015	<0,0014	<0,0026	<0,0012	<0,00097	<0,0015	<0,0011	<0,0013	<0,0014
toluene	mg/Kg	50	0,5		<0,0026	<0,0024	<0,0043	<0,002	<0,0016	<0,0026	<0,0018	<0,0021	<0,0023
-sommatoriapolicicliciaromatici (Dlgs152/06-All5Tab1)	mg/Kg	100	10		<0,0038	<0,0038	0,17	<0,0032	<0,0027	<0,0036	<0,0024	<0,0027	<0,0028
benzo[a]antracene	mg/Kg	10	0,5		<0,0034	<0,0034	0,0094	<0,0029	<0,0025	<0,0033	<0,0022	<0,0024	<0,0026
benzo[a]pirene	mg/Kg	10	0,1		<0,0025	<0,0025	0,036	<0,0021	<0,0018	<0,0024	<0,0016	<0,0018	<0,0019
benzo[b]fluorantene	mg/Kg	10	0,5		<0,0029	<0,0029	0,042	<0,0025	<0,0021	<0,0028	<0,0019	<0,0021	<0,0022
benzo[g,h,i]perilene	mg/Kg	10	0,1		<0,0025	<0,0024	0,042	<0,0021	<0,0018	<0,0024	<0,0016	<0,0017	<0,0018
benzo[k]fluorantene	mg/Kg	10	0,5		<0,0025	<0,0025	0,014	<0,0022	<0,0018	<0,0024	<0,0016	<0,0018	<0,0019
crisene	mg/Kg	50	5		<0,0025	<0,0025	0,03	<0,0022	<0,0018	<0,0024	<0,0016	<0,0018	<0,0019
dibenzo[a,e]pirene	mg/Kg	10	0,1		<0,0027	<0,0027	<0,0033	<0,0023	<0,002	<0,0026	<0,0017	<0,0019	<0,002
dibenzo[a,h]antracene	mg/Kg	10	0,1		<0,0023	<0,0022	<0,0027	<0,0019	<0,0016	<0,0022	<0,0014	<0,0016	<0,0017
dibenzo[a,h]pirene	mg/Kg	10	0,1		<0,0038	<0,0038	<0,0047	<0,0032	<0,0027	<0,0036	<0,0024	<0,0027	<0,0028
dibenzo[a,i]pirene	mg/Kg	10	0,1		<0,0026	<0,0026	<0,0032	<0,0022	<0,0019	<0,0025	<0,0016	<0,0018	<0,0019
dibenzo[a,l]pirene	mg/Kg	10	0,1		<0,0033	<0,0032	<0,004	<0,0028	<0,0023	<0,0031	<0,002	<0,0023	<0,0024
indeno[1,2,3-cd]pirene	mg/Kg	5	0,1		<0,0025	<0,0025	0,028	<0,0021	<0,0018	<0,0024	<0,0016	<0,0018	<0,0019
pirene	mg/Kg	50	5		<0,003	<0,003	0,031	<0,0026	<0,0022	<0,0029	<0,0019	<0,0021	0,0033

In rosso sono evidenziati i valori in esubero rispetto ai limiti di colonna A

Nessun campione presenta valori in esubero rispetto ai limiti di colonna B

I risultati analitici hanno evidenziato, per i campioni di terreno prelevati, **un totale rispetto dei limiti vigenti previsti in colonna B, Tabella 1, D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, e pertanto conformi con la destinazione d'uso industriale e commerciale, quali sono considerate le aree interessate dal tracciato autostradale.**

In particolare i risultati analitici, riportati in allegato (AMB1001), permettono di definire che:

- a) Il 100% dei 10 campioni analizzati in laboratorio, ai sensi del D.P.R. 120/2017, risulta conforme ai limiti di cui alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) della colonna B, della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06, indicata come riferimento per la destinazione d'uso dei siti di intervento;
- b) in nessun caso si segnala una concentrazione anomala in composti indicatori di potenziali criticità ambientali, quali composti organici aromatici o policiclici aromatici; il 100% dei 10 campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme, per tali parametri, ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06;
- c) per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni, il 100% dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme ai limiti della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Dalle evidenze analitiche fin qui emerse non sono state rilevate criticità tali da impedire l'impiego delle terre scavate per la costruzione di rilevati, riempimenti e sottfondi stradali e per la stessa area di rimodellamento, che rimarrà di pertinenza delle infrastrutture stradali limitrofe e non ne sarà permessa la fruizione al pubblico e pertanto non è da considerarsi un'area a verde pubblico.

Lo scopo della campagna di caratterizzazione di cui al presente capitolo ha rilevato l'adeguatezza dei terreni da movimentare. Tali risultati consentono, quindi, di affermare che, data l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, **tutte le terre da scavo sono utilizzabili**, per la realizzazione di rinterri, rilevati e rimodellamenti nell'ambito dell'opera infrastrutturale, per la quale è prevista una **destinazione d'uso industriale/commerciale** riferibile alla corrispondente ai limiti della colonna B.

Pertanto, al meglio della nostra conoscenza, quindi, si conferma che il suolo scavato soddisfa i requisiti pertinenti la protezione dell'ambiente e non porterà ad eventuali impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana, rispondendo, ai criteri indicati dalla definizione di sottoprodotto.

3.2.5 Conclusioni

Complessivamente i risultati sopra esposti consentono di affermare che:

- 1) data la assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, **tutti i materiali e i terreni da scavo di interesse progettuale sono riutilizzabili**;
- 2) tutti i materiali scavati possono essere reimpiegati per la realizzazione di rinterri, rilevati e terrapieni di rimodellamento nell'ambito delle opere in progetto, essendo queste assimilabile ai siti a destinazione d'uso industriale/commerciale cui fa riferimento la colonna B sopra citata;
- 3) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla corrispondenza dei siti di utilizzo e dei siti di destinazione, così come segnalato nel paragrafo seguente.

Per la sintesi dei risultati delle analisi di laboratorio e per i relativi certificati sulla caratterizzazione preventiva delle opere ai sensi del D.P.R. 120/2017, si rimanda all'elaborato specifico allegato al Piano (AMB1001).

3.3 COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO

I siti di utilizzo negli ambiti individuati sono sostanzialmente coincidenti con i siti di produzione previsti nei medesimi (si veda l'elaborato grafico AMB1002 in allegato). Pertanto, al netto di ulteriori indagini di caratterizzazione rimandate ad una fase esecutiva o realizzativa (si veda il capitolo 6), la caratterizzazione dei siti di utilizzo è costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo.

Si ribadisce che il riutilizzo del materiale di scavo è previsto in sostanza lungo il tratto lineare di rilevato oggetto degli scavi e presso la area di rimodellamento ambientale.

4 MODALITÀ DI SCAVO E DI UTILIZZO E TECNICHE APPLICATE

Nel presente capitolo sono descritte in sintesi le procedure ed i metodi di scavo individuati nel progetto per gli scavi all'aperto (si veda l'elenco degli elaborati progettuali trasmesso a completamento del presente Piano di utilizzo).

L'attività di scavo e riutilizzo può essere articolata e sintetizzata nelle seguenti operazioni:

- operazioni di scavo all'aperto;
- operazioni di carico, trasporto e scarico con mezzi gommati o cingolati;
- operazioni di stesa presso le aree di lavorazione o in cantiere operativo,
- operazioni di trasporto alla destinazione finale con autocarri;
- operazione di utilizzo per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati con mezzi tradizionali.

Di seguito si elencano i principali mezzi e tecnologie, descritte nei paragrafi successivi:

- pale meccaniche gommate o cingolate,
- escavatori meccanici con benna o martellone,
- automezzi da carico (articolati, dumper, camion)
- trivelle di perforazione
- autobetoniera e pompa spritz.

Inoltre, come specificatamente richiesto dal Regolamento in allegato 5, sono individuate le operazioni di normale pratica industriale previste all'interno dei cantieri per migliorare le caratteristiche tecniche e prestazionali dei materiali scavati.

4.1 OPERE ALL'APERTO

Le operazioni all'aperto saranno eseguite con le seguenti metodologie:

- scavi di scotico e sbancamento eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione a sezione obbligata eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro eseguiti con mezzi meccanici (trivelle di perforazione, escavatori con benna e/o martello, pala meccanica, autocarri, autobetoniera e pompa spritz);
- realizzazione di reinterri mediante escavatore;
- formazione di rilevati e rimodellamenti mediante impiego di camion, grader e compattatori con o senza ricorso alla stabilizzazione con leganti idraulici del materiale da scavo;
- formazione di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni mediante impiego di camion, grader e compattatori.

4.1.1 Scavi da scotico

Per gli scavi di scotico, sono utilizzati mezzi dotati di lame e/o benna che a più passaggi asportano gli strati di materiale accantonandolo ai lati del sedime di intervento. In alternativa il materiale è depositato temporaneamente o in prossimità dello scavo stesso o in uno spazio dedicato comunque all'interno della stessa area operativa di cantiere in attesa o del successivo reimpiego per rilevati e rimodellamenti, sistemazioni di aree di imbocco o di cantiere.

4.1.2 Scavi di sbancamento

Per gli scavi di sbancamento sono usati prevalentemente escavatori meccanici cingolati. In relazione alla tipologia di scavo da eseguire, alla profondità e quantità di materiale da scavare, all'escavatore può essere affiancata una pala caricatrice che provvede a caricare i mezzi di trasporto utilizzati per lo spostamento del materiale scavato all'interno del cantiere. Accertate le caratteristiche geotecniche e geologiche, il materiale può essere accantonato in prossimità dello scavo per il successivo riutilizzo (riempimenti, sagomature, finiture finali e/o modellamenti per mitigazioni ambientali) all'interno dello stesso sito di scavo o depositato temporaneamente in un'area all'interno della stessa area operativa di cantiere limitando il trasporto ad una distanza estremamente ridotta dalla zona di scavo.

4.1.3 Rinterri e ritombamenti

La lavorazione consiste nella chiusura di scavi eseguiti con materiali inerti e/o materiali di risulta provenienti da scavo fino alla sistemazione del piano secondo progetto.

L'attività è composta unicamente dalla messa in opera e stesa del materiale mediante escavatore.

4.1.4 Formazione rilevati e rimodellamenti

La lavorazione consiste nella formazione di rilevati con materiali inerti e/o materiali di risulta e/o terreno vegetale provenienti da attività di scavo o scotico fino alla quota di progetto.

La prima parte dell'attività consiste nella posa in opera del materiale direttamente attraverso il ribaltamento del cassone del camion e la stesa mediante grader. Successivamente si procede alla compattazione del materiale previa bagnatura del terreno stesso.

La lavorazione è composta quindi da quattro attività che si esplicano in due fasi distinte:

- a) Fase 1
 - Messa in opera del materiale mediante scarico diretto dal camion;
 - Stesa del materiale mediante grader.

- b) Fase 2 (solo per la formazione dei rilevati)
- Bagnatura del terreno;
 - Compattazione a macchina del terreno.

La lavorazione consiste nella formazione di rilevati con materiali inerti e/o materiali di risulta e/o terreno vegetale provenienti da attività di scavo o scotico fino alla quota di progetto.

I materiali da scavo destinati alla realizzazione dei rilevati, già in possesso delle caratteristiche di qualità ambientale, possono essere posti in opera tal quali oppure, nel caso in cui sia richiesta una notevole capacità portante, possono essere rafforzati mediante operazioni volte a conferire le caratteristiche meccaniche funzionali all'utilizzo finale previste per il materiale stesso.

Tali usuali metodologie, che trovano impiego anche su materie prime quali terre e rocce estratte da cava oppure su terreno naturale in posto privo delle sufficienti caratteristiche geomeccaniche, sono regolate da norme e specifiche tecniche valide per le opere di ingegneria stradale (v. ad es. UNI EN 14227-11).

Tra le modalità tecniche per la messa a dimora a rilevato del materiale di scavo, può essere impiegata anche la tecnica di stabilizzazione mediante leganti idraulici (come descritto sinteticamente nel capitolo 2 di inquadramento).

In base alla caratterizzazione geotecnica (APE0001) si può stimare una percentuale di riutilizzo del materiale pari all'80% in ogni caso previo trattamento con legante idraulico secondo le modalità riportate nel seguito.

Il restante 20%, non idoneo per la formazione di rilevati, può essere impiegato tal quale per la realizzazione del rimodellamento ambientale, assieme al terreno vegetale proveniente dallo scavo di scotico.

4.1.4.1 Procedura per la stabilizzazione con legante idraulico

Il trattamento con legante idraulico di una terra è finalizzato al miglioramento delle sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera e quindi per conferire al materiale le caratteristiche geotecniche, compreso il grado di umidità, necessarie per conferire all'opera la portanza richiesta. La risposta dei terreni al trattamento dipende essenzialmente dalla quantità e natura dei minerali argillosi e della silice amorfa in essi contenuta.

I principali aspetti positivi legati al trattamento con legante idraulico delle terre sono:

- incremento della capacità portante della terra sia a breve sia a lungo termine sotto le azioni cicliche veicolari anche in presenza di acqua;
- aumento del modulo elastico della eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato;

- la sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano viabile o rotabile sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate.

La scelta progettuale porta notevoli vantaggi, tra i quali:

- importante risparmio nello sfruttamento degli inerti provenienti da cava;
- eliminazione del traffico veicolare di cantiere sulla viabilità ordinaria (il trasporto del materiale dallo scavo alla sistemazione avverrà all'interno del lotto sfruttando le piste di cantiere o la stessa autostrada esistente).

4.1.5 *Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione*

L'attività consiste nella posa in opera del misto cementato o misto granulare costituenti gli strati di sottofondazione e fondazione delle pavimentazioni rigide, semirigide o flessibile.

La lavorazione è composta da tre attività elementari che si esplicano in due fasi:

- a) Fase 1
 - Messa in opera del materiale mediante scarico diretto dal camion;
 - Stesa del materiale mediante grader;
- b) Fase 2
 - Compattazione a macchina del terreno

Nella formazione delle sottofondazioni in misto cementato o misto granulare le azioni di messa in opera e stesa del materiale avvengono in parallelo. Successivamente il rullo esegue la compattazione del terreno.

4.2 **NORMALE PRATICA INDUSTRIALE**

Si fa principale riferimento all'art. 2, comma 1, lettera o) e all'art. 4, comma 2, lettera c) del Regolamento ministeriale relativamente alle operazioni di normale pratica industriale effettivamente condotte.

Le operazioni di normale pratica industriale sono finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali dei materiali da scavo per il loro utilizzo, con riferimento a quanto indicato all'Allegato 3 del Regolamento.

Le lavorazioni previste in progetto sui materiali di scavo per ottimizzarne l'utilizzo costituiscono, ai sensi dell'Allegato 3 del Regolamento, un trattamento di normale pratica industriale in quanto non incidono sulla classificazione come sottoprodotto dei materiali da scavo, non ne modificano le caratteristiche chimico-fisiche bensì consentono di rendere maggiormente produttivo e tecnicamente efficace l'utilizzo di tali materiali (in sostanza si tratta delle stesse lavorazioni che si

praticano sui materiali di cava proprio per ottimizzarne l'utilizzo), ferma restando la compatibilità delle frazioni ottenute con i siti di destinazione.

Le operazioni di normale pratica industriale previste in progetto, oltre alle tecniche già indicate al capitolo precedente sono di seguito descritte.

4.2.1 *Vagliatura*

La vagliatura è realizzata tramite macchinari idonei che consentono la separazione delle diverse granulometrie. Il sistema di vagliatura del materiale è previsto all'interno del cantiere operativo situato nell'area CB01 a supporto delle lavorazioni lungo il tracciato.

4.2.2 *Frantumazione*

L'impianto di frantumazione consente la frantumazione del materiale lapideo per produrre una geometria del materiale a spigoli vivi avente una granulometria che rientri nel fuso granulometrico da utilizzare per la realizzazione delle opere a progetto in terra (rilevati, sottofondazioni per pavimentazioni, ritombamenti, modellazioni morfologiche, sistemazioni ambientali). Il sistema di frantumazione del materiale è previsto all'interno del cantiere operativo situato nell'area CB01 a supporto delle lavorazioni lungo il tracciato.

4.3 **INCLUSIONI**

4.3.1 *Utilizzo di miscele di perforazione*

Nella fase di realizzazione di opere strutturali e idrauliche (a protezione di scavi profondi ecc.), vengono eseguiti lavori di perforazione di pozzi o scavi di paratie.

Lo scavo per pali e/o diaframmi viene spesso realizzato a partire dal piano campagna secondo allineamenti delimitati mediante la formazione di appositi cordoli guida in c.a.. Il sostentamento delle pareti di scavo viene garantito attraverso l'impiego di miscele cementizie o bentonite.

Tali miscele fluide, per perforazioni hanno alcune peculiarità che permettono maggiori velocità di avanzamento e quindi maggiori produzioni in minor tempo, miglior protezione da cedimenti o franamenti, maggiore stabilità per la ridotta presenza di acqua libera e maggior protezione delle falde stesse.

L'uso di miscele per perforazioni deve garantire la tutela delle qualità ambientali dei terreni e delle falde acquifere interferite, in tal senso la scelta dei prodotti per la formazione delle miscele deve avvenire sulla base delle caratteristiche intrinseche dei prodotti stessi. Dovranno essere impiegate

miscele ambientalmente compatibili per le quali dovranno essere dichiarate le informazioni ecologiche e chimico-fisiche, ma anche altre proprietà quali ad esempio: grado di tossicità, capacità legante e ossidante, solubilità, infiammabilità, corrosività e biodegradazione, contenuto di polimeri di origine organica, ecc. Non potranno essere presi in considerazione prodotti e additivi le cui schede presentino insufficienti informazioni sul comportamento ambientale.

4.4 GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI

Tutte i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni esposte per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposte alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV ~~Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti~~, ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.

Inoltre le seguenti tipologie di materiali sono identificati quali rifiuto e quindi opportunamente gestiti (allontanato dal cantiere per lo smaltimento in discariche od, in alternativa recuperato, in impianti autorizzati):

- i fanghi di risulta derivanti da perforazioni per la realizzazione di pali e dalla eventuale bagnatura per l'abbattimento delle polveri durante gli scavi;
- i materiali derivanti da smantellamento di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, fresatura asfalti, ecc).

5 SITI DI PRODUZIONE, DEPOSITO ED UTILIZZO

L'intervento in progetto risulta avere uno sviluppo lineare di circa 830 m, e non presenta sottoarticolazioni in più ambiti di intervento. Gli scavi previsti sono tutti all'aperto

All'ambito di lavorazione delle nuove rampe deve essere aggiunta l'area di cantiere, contraddistinta da operazioni sul solo scotico superficiale, che sarà conservato e depositato all'interno delle aree medesime per la loro sistemazione finale, contribuendo alla realizzazione dell'area di rimodellamento ambientale finale, che coincide con l'area occupata dal cantiere nel corso dei lavori.

Negli elaborati grafici allegati al presente Piano sono riportati i siti principali relativi alla movimentazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del Regolamento (D.P.R. 120/2017).

Di seguito si riporta un elenco dei siti di produzione dei materiali di scavo e dei siti di destinazione individuati negli ambiti citati individuati all'interno della cantierizzazione, compresi i siti di deposito intermedio.

5.1 PRINCIPALI SITI DI PRODUZIONE TERRE

I siti di produzione dei materiali da scavo sono costituiti essenzialmente da opere all'aperto e sono caratterizzate esclusivamente dalla produzione di terreno vegetale e di materiale riutilizzabile a rilevato.

Il volume escavato complessivo previsto dal progetto risulta essere pari a circa **62.462 mc**. Questo volume è composto da (sono indicate le codifiche delle voci indicate nell'elaborato "Bilancio terre+ CCP0010):

- scotico vegetale, pari a **8.703 mc (T2)**;
- gli scavi in terreni naturali (al di sotto dello scotico), pari a **45.698 mc (T1)**;
- le perforazioni, pari a **2.481 mc (T12)**;
- gli scavi relativi alla realizzazione e dismissione dei cantieri, **pari a 5.580 mc (A.01.001)**;

In riferimento alle voci sopra riportate si evidenzia che i materiali da scavo derivanti dalla dismissione dei cantieri (pari a 21.100 mc) non vengono riutilizzati per motivi gestionali legati al fatto che la fase di dismissione si realizza al termine dei lavori senza possibilità di ulteriore riutilizzo nell'ambito dell'intervento.

Come risulta dalla caratterizzazione geotecnica i materiali da scavo provengono quasi esclusivamente dagli strati più superficiali del terreno (fino a 2,00 m da piano campagna circa) e appartengono pertanto alle classi A4 e A6 (secondo la classificazione CNR UNI 10006) e pertanto

saranno stabilizzati mediante leganti idraulici come indicato al par. 4.1.4.1 (circa 80% dei volumi scavati oltre lo scotico superficiale).

Lo scotico superficiale escavato dalle aree di cantiere sarà riutilizzato alla conclusione delle lavorazioni per la sistemazione definitiva del rimodellamento ambientale che insiste sulle medesime aree, con un limitato movimento di materiali.

5.2 SITO DI DEPOSITO INTERMEDIO

Nell'ambito della cantierizzazione, è stato previsto un sito di deposito intermedio per il materiale di scavo in attesa di utilizzo secondo la definizione di cui all'art. 5 del Regolamento. Questo deposito occupa 2.520 mq dell'area di cantiere (estesa complessivamente per 6.620 mq).

5.2.1 Caratteristiche e tipologie dell'area di deposito intermedio

I materiali che verranno depositati nelle aree possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- terreno sterile derivante da scavi all'aperto;
- terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scotico, generalmente 30 cm).

L'area di deposito verrà realizzata in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri, con eventuale e continua umidificazione della superficie del deposito del materiale.

All'interno dell'area il terreno viene stoccato in cumuli separati, distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza durante le attività di deposito e prelievo del materiale.

In linea generale poi si possono distinguere i materiali già caratterizzati sulla base degli esiti della caratterizzazione ambientale:

- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti inferiori ai limiti di colonna A;
- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di colonna A, ma inferiori ai limiti di colonna B.

La preparazione e disposizione dell'area di deposito richiede in breve le seguenti lavorazioni:

- lo scotico dell'eventuale terreno vegetale, che verrà accantonato lungo il perimetro di ciascuna area;
- la regolarizzazione e compattazione ed impermeabilizzazione del fondo;
- la creazione di un fosso di guardia per allontanare le acque di pioggia;
- la posa, ove ritenuto necessario, di una recinzione di delimitazione.

Nella fase costruttiva verranno messi in pratica alcuni accorgimenti, utili ad evitare potenziali contaminazioni:

- garanzia di funzionamento continuo del sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali e dell'impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
- dotazione di misure idonee a ridurre i disturbi ed i rischi causati dalla produzione di polveri e di materiali trasportati dal vento, con protezioni e delimitazioni perimetrali;
- adozione di misure identificative delle aree di deposito, con opportuna segnaletica utile ad evitare contatti con terre e rocce da scavo potenzialmente inquinate ed evitare possibili errori di direzionamento;
- dotazione di misure di protezione delle falde acquifere, con un sistema di impermeabilizzazione del fondo e di gestione e raccolta delle acque.

Il terreno vegetale sarà separato dalle altre tipologie di terre.

Il deposito del materiale escavato avrà una durata temporale pari al periodo di validità del presente Piano, previsto in 16 mesi (paragrafo 1.2).

Va evidenziato che il sistema impiegato sarà di tipo "dinamico". Le terre da scavo derivanti da scavi e sterri verranno reimpiagate, con tempistica diversa in funzione dell'avanzamento dei lavori, per la realizzazione di rinterri, sottofondi o rilevati o per la sistemazione ambientale.

Farà generalmente eccezione il deposito del terreno vegetale. Questo avrà origine dalle operazioni di scotico svolte nella prima fase di attività e verrà reimpiagato nell'ambito dei ripristini, delle riambientalizzazioni e del rivestimento delle scarpate. Tipicamente quindi l'eventuale terreno vegetale verrà stoccato fin dalla fase iniziale dei lavori e riutilizzato solo nella fase finale dei lavori.

5.3 PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE

I siti di utilizzo sono coincidenti con i siti di produzione. Nei siti di utilizzo, la cui ubicazione è riportata nella planimetria allegata, vengono utilizzati i materiali già caratterizzati provenienti direttamente dai siti di produzione o dall'area di deposito in attesa di utilizzo.

Il progetto prevede il riutilizzo di **62.462 mc** di materiali di scavo, così articolati:

- scotico vegetale, pari a **8.703 mc**. Il riutilizzo è pari al 100% del fabbisogno per il ricoprimento dei nuovi rilevati e la realizzazione del rimodellamento ambientale. Il

fabbisogno risulta pari alle quantità prodotte, quindi non sarà necessario né smaltire né approvvigionare tale tipologia di materiale;

- scavi di sbancamento in terreni naturali (al di sotto dello scotico), da perforazioni di grande diametro e da altri scavi, pari **53.759 mc**. In base a considerazioni geotecniche la quota di riutilizzo degli scavi e delle perforazioni per la formazione di nuovi rilevati e rampe è pari al 80% delle produzioni (comunque previo trattamento per il miglioramento delle caratteristiche tecniche); il 20 % di scavi non idonei è destinato alla realizzazione del rimodellamento ambientale;
- scavi relativi alla realizzazione dei cantieri, **pari a 5.580 mc**. Il materiale dello scavo per la realizzazione dei cantieri è riutilizzato tal quale nello stesso sito di escavazione al termine delle lavorazioni per la sistemazione definitiva a rimodellamento ambientale, senza necessità di provvedere all'aspianto del materiale fornito per la realizzazione dei cantieri stessi.

5.4 BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO

Il bilancio delle terre riportato riassume i quantitativi dei materiali che saranno movimentati per la realizzazione dei diversi interventi, indicando i volumi in banco degli scavi e dei riutilizzi ricavati dagli elaborati progettuali. Rispetto al volume in banco, si dovrà tenere conto sia del fisiologico rigonfiamento che si verifica nelle terre e nei materiali da scavo al momento della loro estrazione dal banco naturale, sia dell'effetto, in termini di modifiche di volume, prodotto dalle tecniche utilizzate per il loro reimpiego.

Il progetto prevede di massimizzare il riutilizzo dei materiali scavati, infatti le lavorazioni considerano un riutilizzo complessivo di 62.462 mc provenienti direttamente dalle operazioni di scavo per la realizzazione degli interventi in oggetto, comprensive delle operazioni di impianto dei cantieri.

Complessivamente quindi i riutilizzi di terre ottenute come sottoprodotto degli scavi risultano pari al **100%** delle produzioni.

AUTOSTRADA A4: TORINO . VENEZIA
 TRATTO: MILANO - BERGAMO
 ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE
 Progetto Definitivo . Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo

Tabella 5-1 Bilancio delle terre di progetto

	Corpo stradale e altre opere di progetto	Vegetale	Cantieri	TOTALE
Produzioni totali	48.179	8.703	5.580	62.462
Fabbisogni totali	88.779	8.703	4.650	102.132
- di cui A1/A3 alleggerito, anticapillare	20.167	0	0	20.167
Riutilizzi totali	53.759	8.703	0	62.462
Forniture	35.020	0	4.650	39.670
Destinazioni discarica/ impianto di recupero	0	0	0	0

Per coprire i fabbisogni complessivi del progetto è previsto l'approvvigionamento da fonti esterne di circa 35.020 mc di terre, in parte (circa 20.167 mc) con specifiche caratteristiche tecniche (categorie A1/A3, materiale per anticapillare) e in parte generiche.

I volumi di approvvigionamento esterno non sono oggetto del presente Piano di Utilizzo elaborato ai sensi del D.P.R. 120/2017.

6 CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA

Il Regolamento stabilisce che la caratterizzazione ambientale può essere eseguita in corso d'opera nel caso di comprovata impossibilità di eseguire un'indagine ambientale propedeutica in fase di progettazione o qualora si faccia ricorso a metodologie di scavo in grado di determinare una potenziale contaminazione dei materiali da scavo.

Secondo l'Allegato 1 del Regolamento, qualora si ravvisi, già in fase progettuale, la necessità di effettuare una caratterizzazione ambientale in corso d'opera, le modalità di esecuzione della stessa a cura dell'esecutore, dovranno essere rispettose di quanto indicato in Allegato 9 parte A.

L'attività di caratterizzazione in corso d'opera è effettuata dall'esecutore sotto la propria responsabilità, ciò in quanto in fase di corso d'opera, l'esecutore, una volta che il proponente ne comunica gli estremi all'Autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile (art. 2, c. 1, lett. q per la definizione di esecutore e art. 17 in merito alla realizzazione del piano di utilizzo).

A tal fine, in conformità all'Allegato 9 parte A del Regolamento, vengono definiti nel presente documento i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera. La caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera potrà essere condotta, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, in una delle modalità indicate all'Allegato 9 parte A:

- su cumuli all'interno delle opportune aree di cantierizzazione;
- direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;
- nell'intera area di intervento.

I criteri generali alla base dell'esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera sono:

- 1) l'impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare per le opere all'aperto la caratterizzazione dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili in fase progettuale (si veda il paragrafo 3.2.3);
- 2) l'impresa esecutrice ha la facoltà di ricaratterizzare i materiali relativi agli scavi all'aperto.

Relativamente ai punti soprariportati, si precisa che:

- a) per caratterizzazione si intende la caratterizzazione ambientale di cui agli allegati 1, 2 e 4 del Regolamento, svolta per attestare la sussistenza dei requisiti di compatibilità ambientale, ove non è stato possibile indagare in fase propedeutica o per quei materiali la cui caratterizzazione necessita di un maggiore approfondimento esplicabile solo in fase realizzativa;

- b) per ricaratterizzazione si intende la verifica della permanenza dei requisiti di qualità ambientale a seguito dell'esecuzione di attività di scavo, da svolgere in fase di corso d'opera secondo gli allegati 4 e 9 parte A).

per quanto riguarda il caso in esame la caratterizzazione in corso d'opera riguarda solo i materiali che provengono dalle perforazioni, di cui si prevede il riutilizzo previa caratterizzazione specifica, che sarà svolta dall'Appaltatore secondo i criteri sopra riportati.

6.1 CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE

In relazione a quanto indicato all'art. 9 comma 7 e all'art. 28 del Regolamento, è fatta salva la possibilità da parte dell'Autorità di controllo di eseguire controlli ed ispezioni in contraddittorio direttamente sull'area di destinazione, sia a completamento che durante la posa in opera del materiale, utilizzando gli stessi criteri adottati per la caratterizzazione in corso d'opera.

7 GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE

7.1 VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Tutte le lavorazioni sono posizionate lungo il tracciato lineare e continuo di progetto, al cui interno è prevista l'area di cantiere e il rimodellamento ambientale finale.

Ciò permette di individuare una unica direttrice della viabilità di cantiere nel sistema infrastrutturale di progetto. Pertanto l'impronta delle nuove rampe è individuata come la principale viabilità per la movimentazione dei materiali di scavo e per l'accesso alle aree di cantiere.

Per la movimentazione dei materiali dal lato nord dell'autostrada A4 al lato sud, dove è presente il cantiere e il sito di deposito intermedio sarà utilizzata la tangenziale sud di Bergamo.

La possibilità di sfruttare l'impronta dell'infrastruttura da realizzare e la tangenziale sud di Bergamo esistente permette di ridurre al minimo l'interferenza con le viabilità locali e agevola i percorsi, attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali di scavo dal luogo di produzione al sito di caratterizzazione/cantiere, e da quest'ultimo al sito di destinazione finale (corpo stradale, pertinenze stradali e/o sistemazioni lungo rilevato), o direttamente dal sito di scavo al sito di riutilizzo.

Nel caso di utilizzo delle viabilità locali, per raggiungere le aree di cantiere e di deposito, i percorsi sono fissi e definiti a priori ed i conducenti, a meno di situazioni di emergenza, vi si atterranno senza operare variazioni, così come si atterranno al Codice della Strada.

Tutti gli automezzi saranno opportunamente coperti per evitare fenomeni di dispersione ed il contatto con gli agenti atmosferici.

Per la planimetria sulle viabilità di cantiere si veda lo specifico elaborato trasmesso congiuntamente al presente Piano di Utilizzo. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati sulla cantierizzazione (CAP200 e CAP201), presentati unitamente quale supporto per gli approfondimenti sul progetto.

7.2 PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI

Sulla base di quanto stabilito dall'art. 6 del Regolamento, in tutte le fasi di movimentazione delle terre verrà definita una procedura atta a garantire la tracciabilità dei materiali da scavo: con l'applicazione di tale procedura ciascun volume di terre sarà identificato nelle fasi di produzione, trasporto, deposito e utilizzo.

La documentazione che accompagna il trasporto del materiale da scavo deve essere redatta secondo le indicazioni dell'Allegato 7 del Regolamento da parte dell'operatore nella fase di corso d'opera.

I moduli di trasporto di cui all'Allegato 7 accompagnano ciascun mezzo, attestando la provenienza e la destinazione del materiale da scavo con riferimento al codice identificativo delle singole WBS.

7.3 DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO

L'avvenuto utilizzo del materiale escavato in conformità al Piano di Utilizzo deve essere attestato dall'operatore mediante la Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU), art. 8 del Regolamento.

La dichiarazione da parte dell'operatore all'Autorità competente è sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 445/2000, in conformità all'Allegato 8 del Regolamento e deve essere corredata della documentazione completa in esso richiamata.

A conclusione dei lavori di escavazione ed a conclusione dei lavori di utilizzo di tutta l'opera a progetto, secondo quanto indicato nell'Allegato 8 del Regolamento, l'operatore compilerà una Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU), che deve essere resa entro il termine in cui il Piano stesso cessa di avere validità.

In relazione alla complessità dell'opera ed ai volumi di terra movimentati, in aggiunta alla DAU prevista dall'Allegato 8 del Regolamento, durante la realizzazione dei lavori, l'operatore sarà tenuto, a redigere una dichiarazione di avvenuto utilizzo analoga a quella di cui all'Allegato 8 e pertanto sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 445/2000 con cadenza semestrale. Tale dichiarazione, corredata dei certificati delle analisi effettuate sui campioni, dovrà attestare l'utilizzo dei materiali sia riferito al periodo per il quale viene emessa sia a consuntivo.