



Autostrada Asti-Cuneo

TRONCO II A21 (ASTI EST) - A6 (MARENE)
LOTTO 6 RODDI-DIGA ENEL

STRALCIO a
TRA IL LOTTO II.7 E LA PK. 5+000

PROGETTO ESECUTIVO

01 - PARTE GENERALE

01.01 - Generale
Relazione generale

IMPRESA 	PROGETTISTA 	INTEGRATORE ATTIVITA' SPECIALISTICHE Dott. Ing. Salvatore Sguazzo Albo degli Ingegneri provincia di Salerno n. 5031 	COMMITTENTE Autostrada Asti-Cuneo S.p.A. Direzione e Coordinamento: S.A.L.T. p.A. (Gruppo ASTM) Via XX Settembre, 98/E 00187 Roma
--	--	--	---

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.	RIESAME	DATA	SCALA
A	11-2023	Emissione	Ing. Festa	Ing. Martuscelli	Ing. Sguazzo	Ing. Sguazzo	NOVEMBRE 2023	-
							N. Progr.	
							01.01.02	

CODIFICA	PROGETTO	LIV	DOCUMENTO	REV	WBS
	P017	E	GEN RG 001	A	A33126A000
					CUP
					G31B20001080005

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	VISTO DELLA COMMITTENTE
-------------------------------	-------------------------

INDICE

1. PREMESSE	3
1.1. OGGETTO DEL DOCUMENTO	3
1.2. PRECEDENTI FASI PROGETTUALI E ITER APPROVATIVO	5
2. INQUADRAMENTO GENERALE	6
3. STUDI E INDAGINI	8
3.1. GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA	8
3.2. GEOTECNICA	10
3.3. IDROLOGIA E IDRAULICA	11
3.3.1. <i>Compatibilità idraulica nell'area fluviale del fiume Tanaro e condizioni di sicurezza dell'autostrada</i>	11
3.3.2. <i>Idrografia minore</i>	12
3.3.3. <i>Sistema di smaltimento delle acque di piattaforma</i>	18
3.4. STUDIO ACUSTICO	20
3.4.1. <i>Confronto con lo Studio Acustico di Progetto Definitivo</i>	21
3.5. ARCHEOLOGIA	22
4. PROGETTO STRADALE	25
4.1. RIFERIMENTI NORMATIVI	25
4.2. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PROGETTO STRADALE	25
4.3. SEZIONE TRASVERSALE	26
4.4. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	26
4.5. SOVRASTRUTTURA STRADALE	27
4.6. DATI DI TRACCIAMENTO	27
4.6.1. <i>Asse direzione ASTI</i>	28
4.6.2. <i>Asse direzione CUNEO</i>	29
4.7. VERIFICHE DI RISPONDEZZA NORMATIVA	30
4.7.1. <i>Verifica delle caratteristiche planimetriche</i>	30
4.7.2. <i>Asse direzione ASTI</i>	33
4.7.3. <i>Asse direzione CUNEO</i>	38
4.8. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE	42
4.8.1. <i>Asse direzione ASTI</i>	43
4.8.2. <i>Asse direzione CUNEO</i>	45
4.9. VERIFICHE DI VISIBILITÀ	47
4.10. RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI	48
4.10.1. <i>Distanze di visibilità e di visuale libera per l'arresto – Asse direzione ASTI</i>	49
4.10.2. <i>Distanze di visibilità' e di visuale libera per l'arresto – Asse direzione CUNEO</i>	54
4.11. COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO	60
4.12. RIPRISTINO VIABILITÀ LOCALI	60
5. PROGETTO STRUTTURALE	61
5.1. OPERE D'ARTE MAGGIORI	61
5.1.1. <i>Ponte sul Rio dei Deglia</i>	61
5.1.2. <i>Ponte Opera 3</i>	63
5.1.3. <i>Viadotto sulla SP7</i>	64
5.1.4. <i>Ponte Attraversamento Canale Enel</i>	69
5.1.5. <i>Ecodotto</i>	70
5.1.6. <i>Muri di sostegno</i>	72

5.2.	OPERE D'ARTE MINORI	72
5.2.1.	<i>Scatolare idraulico alla pk 0+643</i>	72
5.2.2.	<i>Scatolare strada Poderale pk 0+690</i>	73
5.2.3.	<i>Scatolare strada Poderale pk 1+700</i>	74
6.	OPERE GEOTECNICHE	76
6.1.	OPERE DI SOSTEGNO DELLE TRINCEE	76
6.1.1.	<i>Trincea TR-02</i>	77
6.1.2.	<i>Trincea TR-03</i>	78
6.1.3.	<i>Trincea TR-04</i>	78
6.2.	INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEI RILEVATI	78
6.3.	INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE DELLE AREE IN FRANA	80
6.3.1.	<i>Drenaggio superficiale</i>	80
6.3.2.	<i>Drenaggio semi-profondo</i>	80
6.3.3.	<i>Descrizione delle aree di intervento</i>	81
7.	BARRIERE ANTIRUMORE	82
8.	PORTALI	83
8.1.	STRUTTURE PORTALI IN ITINERE	83
8.2.	PORTALE FREE FLOW P-07	85
9.	IMPIANTI	88
9.1.	NORME DI RIFERIMENTO	88
9.2.	CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI	90
9.3.	RETE DI DISTRIBUZIONE MT/BT	90
9.4.	QUADRI ELETTRICI BT	91
9.5.	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	91
9.6.	GUIDA LUMINOSA IN CASO DI NEBBIA IN ITINERE	93
9.7.	GUIDA LUMINOSA IN CASO DI NEBBIA DI SVINCOLO	93
9.8.	CAVIDOTTI PER IMPIANTI TECNOLOGICI	94
9.9.	RETE DI TERRA	94
9.10.	IMPIANTO A PANNELLI A MESSAGGIO VARIALE (PMV) IN ITINERE	95
9.11.	IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA ED AID	95
9.12.	IMPIANTO DI MONITORAGGIO DEL TRAFFICO	96
9.13.	MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI METEOROLOGICHE	96
9.14.	IMPIANTO SOS	97
9.15.	CONTROLLO ACCESSI LOCALI TECNICI	97
9.16.	RETE DATI IP	97
9.17.	IMPIANTO DI SUPERVISIONE	98
9.18.	SHELTER	99
10.	PROGETTO DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE	100
11.	OPERE INTEGRATIVE LOTTO 7	105
12.	CANTIERIZZAZIONI	105
12.1.	AREE DI CANTIERE: UBICAZIONE A CARATTERISTICHE	105
12.2.	PISTE DI CANTIERE	106

1. PREMESSE

1.1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

Il Lotto 6 appartiene al Tronco II (A21 Asti Est - A6 Marene) del Collegamento Autostradale Asti-Cuneo, da realizzarsi a cura della Concessionaria Autostrada Asti-Cuneo S.p.A.

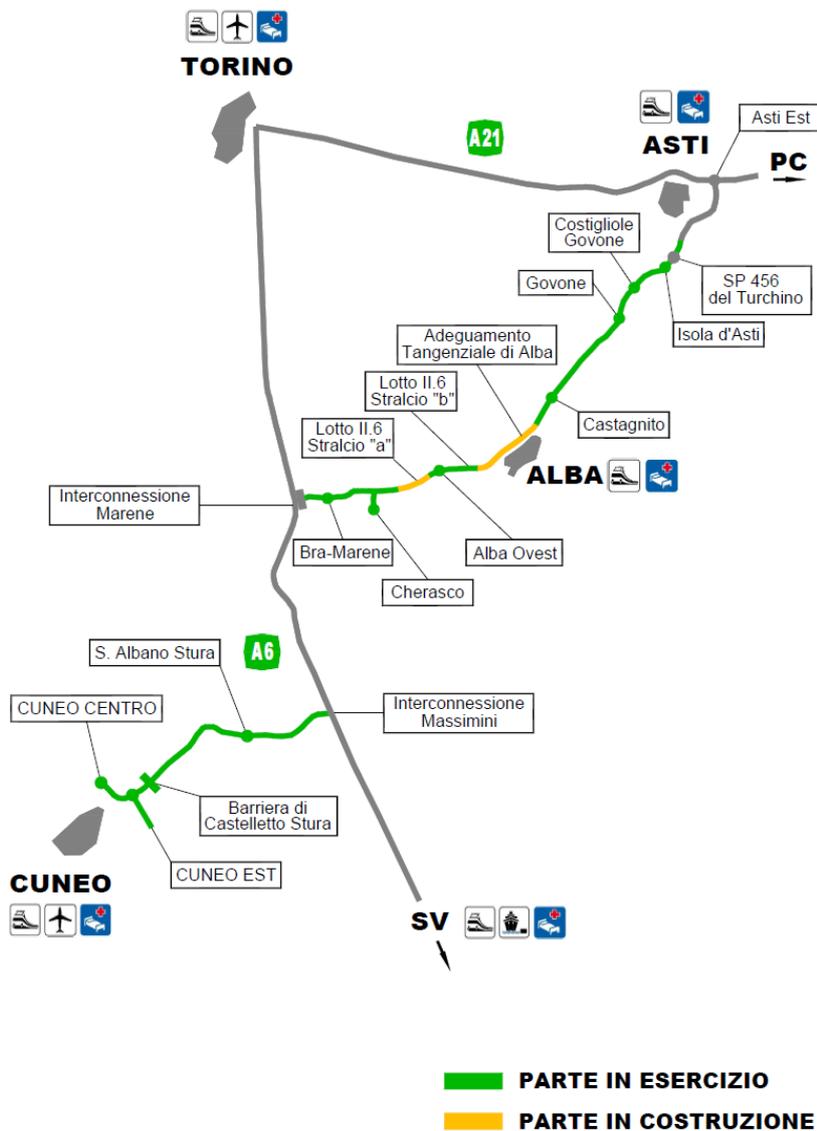
Il collegamento autostradale Asti-Cuneo è composto dai seguenti tronchi, tra di loro interconnessi da un tratto di circa 20 km dell'autostrada A6 Torino – Savona:

- **Tronco I:** dall'interconnessione di Massimini sull'autostrada A6 Torino-Savona allo svincolo di Cuneo (funzionalmente già in esercizio).
- **Tronco II:** dal casello di Asti est sull'autostrada A21 Torino-Piacenza al casello di Marene sull'autostrada A6 Torino–Savona (da completare), attraversando i comuni di Asti, Isola d'Asti, Revigliasco d'Asti, Antignano, Costigliole d'Asti, Castagnole Lanze, in provincia di Asti; Govone, Neive, Magliano Alfieri, Castagnito, Guarene,

Il Lotto II.6 parte dal lotto II.7 e si collega, attraverso la Tangenziale di Alba, al II.4, lotti già realizzati da ANAS ed aperti al traffico. Il raccordo con la tangenziale di Alba è stato previsto, a seguito di specifica richiesta della Concedente ANAS, con lo scopo di rendere funzionale e collegare il tratto in oggetto alla viabilità esistente, affinché risulti in grado di garantire il necessario assorbimento dei flussi di traffico autostradale che, già oggi, risulta compatibile dal punto di vista funzionale e trasportistico.

La realizzazione del lotto II.6, comprensivo dell'adeguamento della Tangenziale di Alba, renderà funzionale l'intero tronco II, costituendo un corridoio di collegamento tra il casello di Asti Est dell'A21 ed il casello di Marene dell'A6, avente in parte caratteristiche di tipo autostradale ed in parte costituito da una strada a scorrimento veloce a 2 corsie per ogni senso di marcia e senza alcuna intersezione a raso.

Detto lotto avrà estensione complessiva di circa 9,5 km, sviluppandosi in direzione est-ovest lungo la valle del fiume Tanaro ed attraversando il territorio dei comuni di Cherasco, La Morra, Verduno, Roddi ed Alba (CN).



L'intervento è stato in passato oggetto di progettazione esecutiva (ultima revisione anno 2015); la soluzione allora valutata prevedeva, così come da progetto posto a bando di gara per la concessione, la realizzazione di una galleria a doppio fornice di lunghezza pari a circa 3.100 m. A causa dello squilibrio finanziario della Concessione, il Concedente ha chiesto di valutare soluzioni tecniche alternative che, senza incidere significativamente sulla funzionalità dell'opera, possano far consentire il completamento dell'autostrada con costi più contenuti.

Per assolvere allo scopo e ridurre il costo delle opere di completamento del Lotto II.6 è stata individuata una soluzione progettuale con tracciato completamente all'aperto. Considerati gli attuali limiti trasportistici delle viabilità locali esistenti rispetto agli elevati livelli di traffico raggiunti, per contenere i tempi di realizzazione delle opere, il progetto è stato suddiviso nei seguenti 2 stralci:

- **1° stralcio – Lotto II.6 b**, Stralcio del progetto esecutivo inviato la prima volta al Concedente in data 22/10/2015 e nuovamente emesso, a seguito di una richiesta di aggiornamento da parte della Concedente in data 25/10/2018, interessa gli interventi da realizzare tra la progressiva km 5+000 del Lotto II.6 e la tangenziale di Alba, comprendendo anche il nuovo svincolo di Alba Ovest (Lotto II.6 b). Tale tratta, che risulta invariata rispetto al progetto originario, è stata realizzata ed aperta al traffico il 01/06/2023;
- **2° stralcio – Lotto II.6 a**, che interessa il tratto compreso tra la progressiva 5+000 ed il Lotto II.7 “Diga Enel – Cherasco” ed è oggetto della presente relazione.

1.2. PRECEDENTI FASI PROGETTUALI E ITER APPROVATIVO

In data 20 settembre 2021 con nota prot. n. 1800 la Società Concessionaria Autostrada Asti Cuneo S.p.A. sottoponeva istanza di pronuncia di compatibilità ambientale per il progetto definitivo “Autostrada A33 Asti-Cuneo. Tronco II A21 (Asti est) - A6 (Marene) - Lotto 6 Roddi-Diga Enel - Stralcio A tra il Lotto II.7 e la PK 5+000”.

Successivamente, la Commissione tecnica di verifica dell’impatto ambientale VIA e VAS, con nota prot. CTVA-5443 del 2 agosto 2022, sottoponeva alla Concessionaria richiesta di integrazioni comprensiva altresì delle richieste e chiarimenti formulate dal Ministero della Cultura – Direzione Generale Archeologia, Belle Arti e Paesaggio con le note di cui ai prott. n. 41624 del 10 dicembre 2021 e n. 20556 del 31 maggio 2022.

La Concessionaria riscontrava le richieste della Commissione VIA-VAS e del Ministero della Cultura trasmettendo la documentazione integrativa predisposta con propria nota prot. U/22/2525 del 16 novembre 2022.

In data 9 gennaio 2023 la Commissione tecnica VIA-VAS esprimeva con il parere n. 379/2023 esito positivo di compatibilità ambientale del progetto con prescrizioni.

In data 3 febbraio 2023 il Ministero della Cultura con nota prot. n. 4386 formulava parere tecnico istruttorio contrario alla pronuncia di compatibilità ambientale del progetto.

Successivamente alla chiusura del tavolo tecnico tenutosi con la Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio di Alessandria, Asti e Cuneo e l’assessorato alle infrastrutture della Regione Piemonte, la Concessionaria, con nota prot. U/23/586 del 28 febbraio 2023, trasmetteva al Ministero della Cultura la documentazione tecnica di approfondimento in esito al tavolo sopracitato.

A seguito di tale invio:

- in data 3 aprile 2023, con nota prot. 12190, il Ministero della Cultura esprimeva parere tecnico istruttorio favorevole alla pronuncia di compatibilità ambientale del progetto;
- In data 4 aprile 2023 la Commissione VIA- VAS confermava il parere positivo espresso nel mese di gennaio 2023.

In data 18/04/2023, con il documento R.0000194.18-04-2023, la Direzione Generale delle valutazioni ambientali del MASE decretava giudizio positivo di compatibilità ambientale del progetto subordinato alla ottemperanza delle condizioni ambientali indicate nei pareri rispettivamente della Commissione VIA-VAS, Ministero della Cultura, Regione Piemonte.

In data 09/06/2023 il progetto definitivo veniva riconsegnato ai fini della Conferenza dei Servizi localizzativa. Gli elaborati riconsegnati costituivano la revisione/integrazione del progetto definitivo originale del maggio 2021 sottoposto alla procedura di VIA con:

- le integrazioni ai fini VIA del novembre 2022, così come specificate nella relazione di riscontro allegata n. 01.01.12_P017_D_GEN_RG_002_A;
- le modifiche del maggio 2023 resesi necessarie per l’accoglimento di alcune prescrizioni del MIC con ricadute significative sulle aree di esproprio.

A seguito delle suddette prescrizioni del MIC si era infatti provveduto ad aggiornare l’ingombro del corpo autostradale e delle relative aree di mitigazione per tenere conto di una pendenza più dolce

delle scarpate dei rilevati in alcuni tratti. Altre, seppur minori variazioni degli ingombri, si erano avute per effetto dell'ottimizzazione del coordinamento plano-altimetrico dell'intero tracciato.

Il 02/08/2023 veniva consegnato al MIC, al MASE e alla Regione Piemonte uno stralcio del redigendo progetto esecutivo con riscontro delle seguenti condizioni ambientali:

- nn. da 1 a 5, 11, 12, 19 e 23 di cui al parere n. 379 del 9 gennaio 2023 della Commissione Tecnica VIA e VAS;
- nn. da 1 a 6, da 8 a 19, 22, 24, 25, 28 di cui al parere n. 12190 del 3 aprile 2023 del Ministero della Cultura;
- condizioni ambientali della Regione Piemonte di cui alla deliberazione di Giunta Regionale n. 12-4465 del 29 dicembre 2021 – indicate nel Contributo della Direzione Ambiente, Energia e territorio - Settore Territorio e Paesaggio.

A seguito di tale consegna, in data 27/09/2023 si riceveva dal MIC-SABAP delle province di Alessandria Asti e Cuneo parere favorevole per le condizioni nn. 2, 9 e 25 e parere favorevole fatti salvi alcuni approfondimenti per le condizioni nn. 5, 6, 24 e 28.

In data 08/11/2023, a conclusione della seduta di Conferenza di Servizi decisoria indetta dal MIT in forma simultanea e in modalità sincrona con la partecipazione dei rappresentanti di tutti gli enti coinvolti, il Rappresentante Unico delle Amministrazioni Statali, con il parere unico statale n. 32657, esprimeva ai sensi e per gli effetti dell'art. 14-ter della legge 7 agosto 1990, n. 241, parere favorevole al Progetto Definitivo nel rispetto delle prescrizioni/osservazioni/raccomandazioni richiamate e dettagliate nel dispositivo e nei relativi allegati.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Il progetto del lotto II.6a si estende all'interno del territorio dei Comuni di Cherasco, La Morra, Verduno e Roddi, sviluppandosi in un contesto essenzialmente agricolo. Il tracciato si sviluppa a partire dal ponte sul Tanaro a suo tempo realizzato nell'ambito dei lavori del lotto II.7, prevalentemente lungo la direttrice est-ovest, collegandosi ad est, nella piana di Roddi, con il Lotto II.6b, già completato, con un'estesa complessiva di circa 4.9 km.

Dal ponte sul Tanaro, e piegando verso nord, il tracciato attraversa con un ponte il rio dei Deglia e con uno scatolare idraulico 6x3m il rio S. Giacomo. Prosegue con andamento rettilineo per circa 1 Km, appoggiandosi al piede della zona collinare di Verduno, con una configurazione alternata fra tratti in rilevato, in trincea e a mezza costa. Dopo aver attraversato un impluvio naturale ("Opera 3") piega verso est interessando i Comuni di Cherasco e La Morra, e con un viadotto di circa 402 metri, in località "Due lanterne", scavalca il canale Enel e la S.P. 7. Prosegue in rilevato, con un flesso, attraversando la deviazione del canale Enel con un ponte, per poi collegarsi al lotto II.6b, il quale prosegue all'interno della regione pianeggiante "Piana dei Molino", nei Comuni di Verduno e di Roddi.

I rilievi, non molto elevati, si presentano sotto forma di ondulazioni con pendenze moderate dei fianchi collinari e crinali allungati.

I principali collegamenti nell'area sono rappresentati dalla S.P. 7 e dalla S.S. 231, lungo le quali sono distribuiti i principali centri abitati. Lungo la viabilità secondaria, di collegamento tra le frazioni, si rileva comunque la presenza di insediamenti abitativi e di stabilimenti industriali dotati di immissione diretta nella viabilità citata, che presenta quindi livelli di servizio molto limitati e condizioni di sicurezza scarse, che sono alla base dell'importanza del collegamento stradale in oggetto, anche vista l'elevata sensibilità dell'opinione pubblica in merito alla sicurezza stradale.

Il territorio attraversato è caratterizzato dalla presenza di un reticolo irriguo piuttosto complesso, per il quale in sede di progettazione si è proceduto ad elaborare interventi di rimodellamento, deviazione e protezione. L'elemento più importate di tale reticolo è senz'altro rappresentato dal canale del Verduno, intersecato in più punti dal tracciato stradale in progetto, che prevede per l'attraversamento la realizzazione di due opere d'arte.

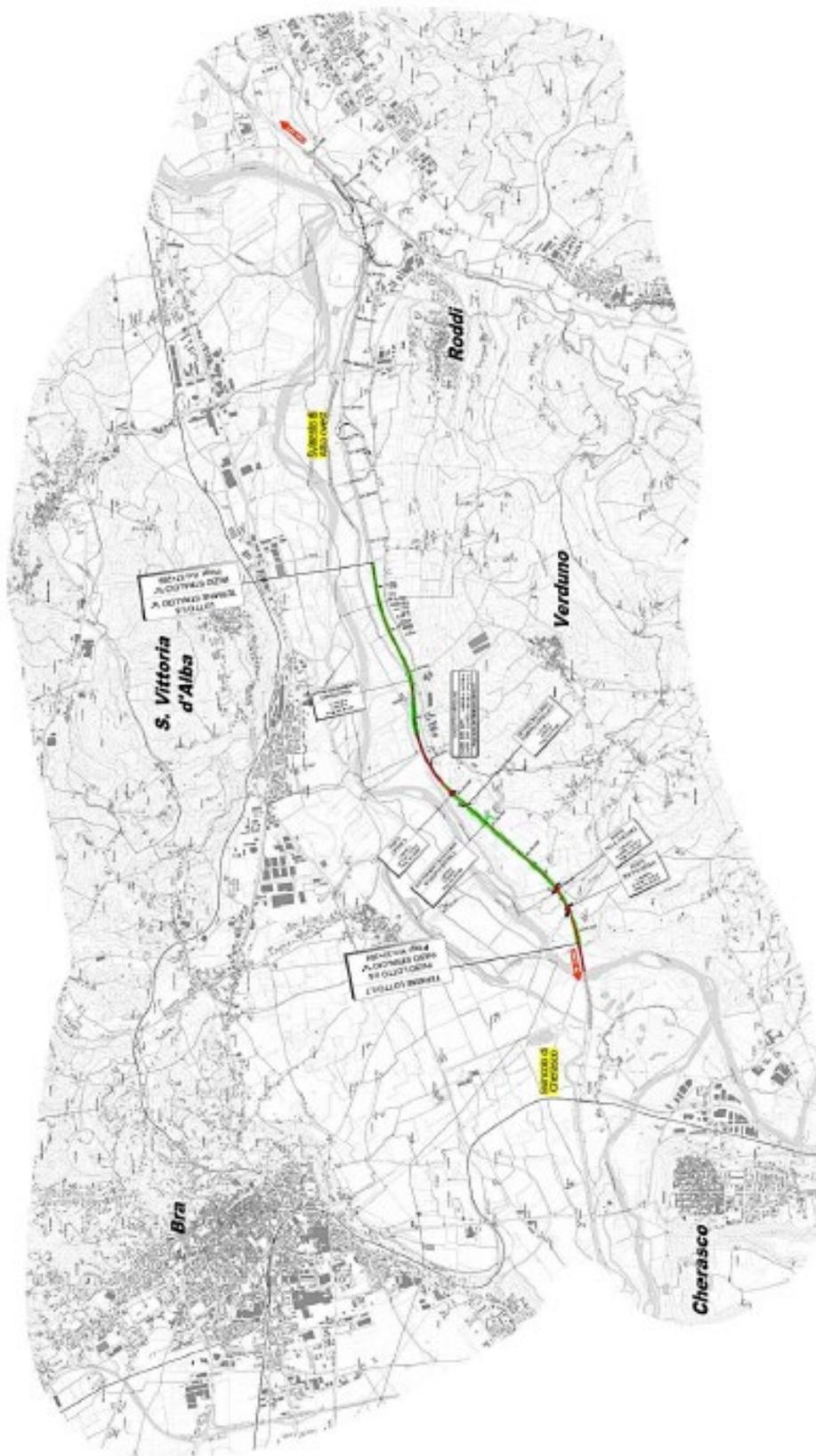


Figura 1 – Corografia del lotto II-6a.

3. STUDI E INDAGINI

3.1. GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

L'opera in oggetto è ubicata nella regione Piemonte, in provincia di Cuneo, ed interessa i comuni di Cherasco, La Morra, Verduno e Roddi attraverso un'area collinare nel territorio delle "Langhe" che si sviluppa su una altitudine variabile tra i 200 ed i 400m s.l.m..

La zona è occupata quasi interamente da coltivazioni a vigneto e nocciolo, produzione quest'ultima tipica del territorio. I rilievi, non molto elevati, si presentano sotto forma di ondulazioni morbide del paesaggio, con pendenze moderate dei fianchi collinari e crinali allungati, evidentemente modellati dall'azione dell'acqua di ruscellamento.

Il corso d'acqua principale della zona è il fiume Tanaro che nasce sul Pian di Laiardo, a confine tra Liguria e Piemonte, dalla confluenza dei torrenti Tanarello e Negrone, scorrendo per qualche chilometro in direzione E-O e rappresentando il confine tra le due regioni, per poi progressivamente ruotare la sua direzione fino a scorrere in direzione S-N. Poco ad est dell'abitato di Cherasco, il Tanaro riceve le acque del torrente Stura di Demonte e muta nuovamente la sua direzione di scorrimento in direzione SO-NE fino a confluire nel fiume Po all'altezza di Bassignana.

Il fiume Tanaro scorre in un'ampia valle alluvionale che arriva fino a 3 km di larghezza ma, nel tratto di interesse, presenta una strettoia all'altezza di Santa Vittoria d'Alba che riduce la valle ad una larghezza di circa 1,5 Km. Il fiume Tanaro è evidentemente il principale elemento idrogeomorfologico che ha condizionato la morfologia dei luoghi. Nella sua complessa storia evolutiva è noto il fenomeno di cattura fluviale cui è andato incontro in età pleistocenica. Prima di detta cattura il suo percorso proseguiva in direzione SSE-NNO anche dopo Cherasco e risultando tributario del Po presso Carignano a circa 240 m s.l.m. e circa 17 km a sud di Torino. Il suo antico percorso si snodava attraverso i luoghi dove oggi si trovano Bra, Sommariva del Bosco, Caramagna Piemonte, Carmagnola e, infine, Carignano (Figura 2).

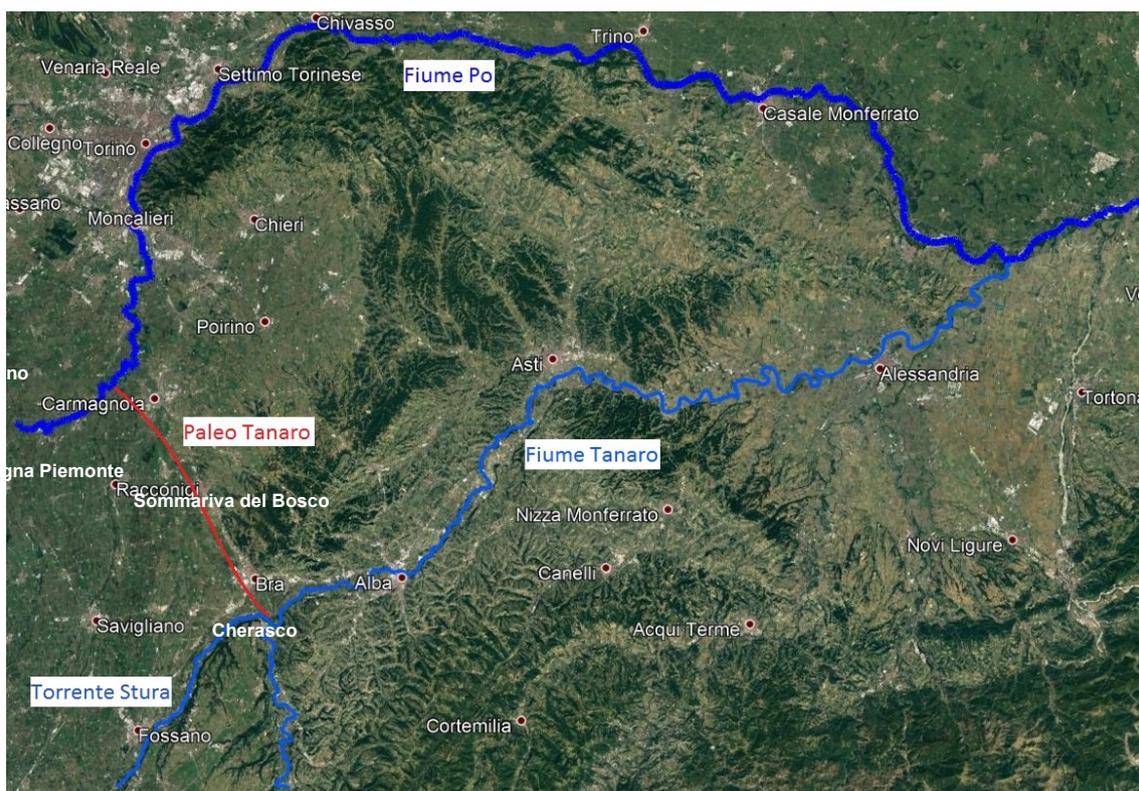


Figura 2 - Foto satellitare in cui sono stati evidenziati in blu, i corsi attuali dei Fiumi Po e Tanaro e del Torrente Stura di Demonte. In rosso è indicata la direzione di scorrimento del paleo Tanaro.

Il versante interessato dall'opera è caratterizzato da un reticolo di drenaggio poco gerarchizzato, caratterizzato nella porzione sud ovest, da alcuni impluvi a regime effimero o stagionale molto incisi, con scarpate ripide e fondo generalmente piatto occupato da depositi di sedimento limoso sabbioso riferibili ad occasionali episodi di piena molto intensi con elevato trasporto solido. Tali impluvi corrono lungo la massima pendenza del versante con andamento rettilineo e si raccordano con i depositi di fondovalle del fiume Tanaro talora attraverso piccoli coni di deiezione. Analoghi fossi di ruscellamento concentrato, molto più corti ma altrettanto incisi, interessano la porzione centrale dell'area, nella parte inferiore del versante. Nelle porzioni intermedie e superiori del versante invece il reticolo idrografico è praticamente assente e lo smaltimento delle acque di precipitazione avviene attraverso fenomeni di ruscellamento areale che progressivamente si incanala nelle depressioni andando a confluire nei suddetti fossi.

Come detto, il modellamento dei versanti avviene prevalentemente ad opera dei processi di ruscellamento superficiale diffuso che si sviluppa per le caratteristiche di bassa permeabilità del substrato e le modeste pendenze dei versanti. Ne consegue che le coltri pedogenetiche (suoli) sono molto sottili per la forte asportazione di materiale superficiale fine ad elevata mobilità che va a costituire la componente solida del trasporto lungo gli impluvi principali o si accumula all'interno di depressioni a fondo concavo o al piede dei versanti laddove le pendenze risultano particolarmente modeste. Negli impluvi dove il deposito eluvio-colluviale raggiunge spessori significativi, in occasione di fenomeni meteorologici che portano alla saturazione delle coltri si possono sviluppare processi di colamento lento in massa del materiale parzialmente fluidificato che rappresenta la forma di franosità tipica di questo territorio.

3.2. GEOTECNICA

Il tracciato del lotto in oggetto si svolge in superficie sul fondovalle del fiume Tanaro, in versante idrografico destro.

Data la conformazione morfologica del sito, il tracciato si sviluppa prevalentemente in rilevato, con localizzati tratti in trincea in particolare nella porzione occidentale dello stesso. Le opere d'arte maggiori che si presentano lungo l'asse principale sono:

- Ponte Rio dei Deglia
- Scatolari Rio S. Giacomo (uno idraulico e uno viario)
- Sottopasso scatolare Strada Poderale alla PK 1+700
- Deviazione Fosso tombino idraulico all'PK 2+004
- Ponte Opera 3
- Viadotto SP7
- Ponte Canale Enel

A completare le opere d'arte suddette si presentano poi strutture minori correnti che constano in paratie, muri di sostegno ed opere di attraversamento idraulico e stradale.

La sequenza stratigrafica dell'area interessata dal tracciato in progetto è descritta nel Profilo Geotecnico, ove in corrispondenza delle verticali indagate sono rappresentati i log stratigrafici e, direttamente in corrispondenza delle verticali esaminate, i risultati delle prove penetrometriche SPT e delle letture piezometriche laddove presenti.

I terreni ed i depositi con caratteristiche geotecniche omogenee sono stati raggruppati ottenendo 6 unità principali:

- **Formazione di Cassano Spinola (CCS):** è composta da depositi terrigeni di colore rosso brunastro di origine sia continentale che di acqua salmastra; nell'area di interesse è caratterizzata da limi sabbiosi poco consistenti generalmente di colore nocciola. Dalla progressiva 0+600 alla 1+200 circa al di sotto dei depositi limoso – sabbiosi di colore nocciola, si hanno dei depositi più marnosi con colorazione più grigio-verdastra.
- **Formazione Gessoso Solfifera (GES):** è costituita da sedimenti gessosi e pelitici che poggiano con un contatto di tipo erosivo sulla sottostante formazione delle Marne di Sant'Agata Fossili. La formazione consta di 2 membri distinti: membro superiore (**GES 2**) è composto principalmente da sedimenti fini di origine terrigena (argille e limi) contenenti una buona percentuale di gessi in forma microcristallina diffusa all'interno della matrice o sottoforma di livelli da decimetrici a metrici di gessi microcristallini impuri e gessareniti. Il membro inferiore (**GES 1**) è invece costituito da gessi macrocristallini selenitici in banchi metrici con intercalazioni di argille nerastre e argille siltose laminate.
- **Formazione delle Marne di Sant'Agata Fossili (SAF):** è costituita da depositi di mare aperto, composta da peliti con abbondante contenuto di carbonati, marne e marne argillose compatte che tendono ad assumere una consistenza tenera quando alterate.
- **Depositi Alluvionali Recenti:** sono costituiti dai prodotti della sedimentazione del fiume Tanaro; si tratta di un'associazione complessa ed eterogenea con prevalenza di sabbie e ghiaie a tratti con presenza di ciottolami (**b1**) e locali concentrazioni di materiale fine siltoso ed argilloso (**b**).

L'assetto stratigrafico è caratterizzato, per la presenza di una faglia alla progressiva km 2+300 circa, da una netta distinzione di 2 successioni stratigrafiche: quella lato occidentale del tracciato consta prevalentemente da uno spessore variabile da 5÷30 m della Formazione di Cassano Spinola (CCS) seguita dapprima dalla Formazione Gessoso Solfifera in facies argillosa, GES 2, e poi da quella più consistente GES 1 in spessori variabili; il substrato consta della Formazione di Sant'Agata Fossili (SAF) che però non interessa le opere fondazionali del progetto. Il lato orientale del tracciato presenta invece uno strato superficiale di spessore variabile da 4÷12 m di depositi alluvionali recenti, con prevalenza di sabbie e ghiaie in matrice limosa (b) fino al Canale ENEL (pk 3+546) e poi con

presenza di materiale più incoerente (b1) fino al termine del tracciato; il substrato di tali depositi è la Formazione delle Marne di Sant'Agata Fossili (SAF) che in questo tratto si ritrova a quote maggiore e quindi interferenti con le opere fondazionali profonde del tracciato.

3.3. IDROLOGIA E IDRAULICA

3.3.1. Compatibilità idraulica nell'area fluviale del fiume Tanaro e condizioni di sicurezza dell'autostrada

Il tracciato dell'autostrada è localizzato in destra idraulica al fiume Tanaro e rientra in Fascia B del PAI oltre che in un'area di pericolosità media ai sensi del PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni).

Nell'ambito del presente progetto è stata svolta la verifica del rischio idraulico al fine di accertare:

- la compatibilità idraulica dell'opera in progetto nell'area fluviale del fiume Tanaro, nei termini di non aggravio delle condizioni di rischio idraulico attuale al deflusso dell'evento di piena di riferimento (tempo di ritorno di 200 anni, indicata dagli Strumenti Normativi vigenti pari a 3700 m³/s);
- le condizioni di sicurezza dell'autostrada in progetto in termini dei franchi idraulici della piena duecentennale rispetto alle sommità arginali e in termini delle condizioni di campo di moto (velocità massime) che si vengono a creare alla base del rilevato autostradale.

Le valutazioni idrauliche sono state supportate da analisi modellistiche idrodinamiche di elevato dettaglio (codice bidimensionale MIKE 21 del DHI) eseguite nelle situazioni attuale e di progetto.

Non si registrano a scala complessiva variazioni percepibili nelle aree di esondazione ottenute dalla simulazione per lo Stato Attuale e lo Stato di Progetto, dimostrando quindi la compatibilità idraulica dell'opera in progetto nell'area fluviale del fiume Tanaro, nei termini di non aggravio delle condizioni di rischio idraulico attuale al deflusso dell'evento di piena di riferimento (tempo di ritorno di 200 anni).

Per quanto riguarda le condizioni di sicurezza, la piena duecentennale lambisce tutto il tratto autostradale di nuova costruzione, lato direzione Cuneo. Il valore del franco idrico della piena duecentennale, calcolato rispetto al piano stradale in direzione Cuneo, risulta superiore a 4 m per gran parte del rilevato autostradale in progetto. Il valore del franco si riduce al di sotto di tale valore nel tratto circa compreso tra le PK 3+072 e 3+225 (da Cuneo); valori prossimi a 2.3 m si verificano in corrispondenza del rilevato della viabilità locale in prossimità della centrale di Verduno alla progressiva pari alla PK 3+220 circa.

Per quanto riguarda il lato direzione Asti, la piena duecentennale lambisce il tratto autostradale per una porzione leggermente inferiore rispetto al lato direzione Cuneo. Analogamente al tratto precedentemente descritto, il franco risulta ampiamente superiore al valore di 4 m per gran parte del rilevato autostradale in progetto, con valori prossimi a 2.5 m all'altezza della centrale di Verduno.

Le opere di attraversamento esistenti (viadotto SP7 e attraversamento canale Enel) sono ampiamente verificate rispetto alla piena duecentennale.

Per ulteriori dettagli si rimanda ai seguenti elaborati di progetto:

- 02.04.01_P017_E_IDR_RI_001 - Relazione idrologica e idraulica - Fiume Tanaro
- 02.04.03_P017_E_IDR_PL_001- Planimetria di individuazione delle sezioni idrauliche e profilo idrico di piena

Al fine di proteggere il rilevato autostradale in condizioni di massima piena, ove il tracciato si pone all'interno della fascia B e non è previsto il ricorso a terre rinforzate per la costruzione del rilevato, si prevede la realizzazione di un rivestimento del paramento mediante la stesa di materassi metallici dello spessore di 30 cm, posati su geotessile, con maglie a doppia torsione riempiti con pietrame intasato con terreno vegetale per favorire l'attecchimento della coltre vegetativa. Tale rivestimento protegge il rilevato fino ad una quota di 50 cm superiore alla quota di piena con tempo di ritorno di 200 anni.

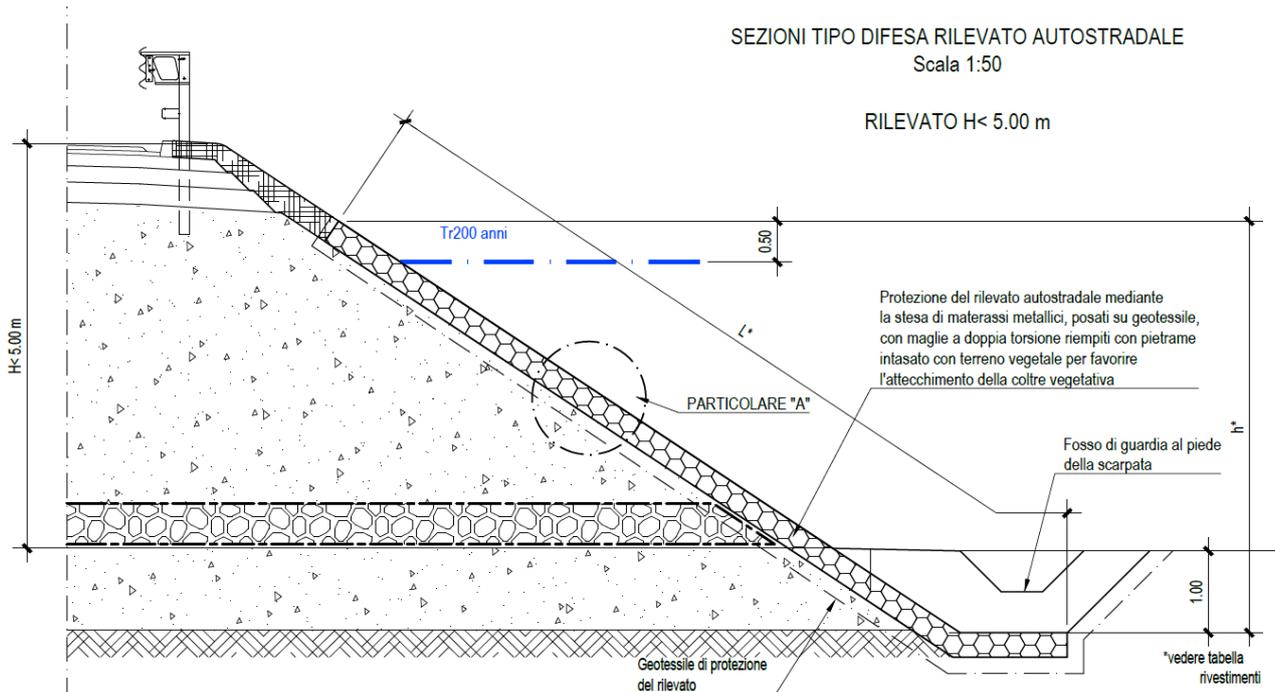


Figura 3 – Intervento di protezione del rilevato in Fascia B

Per ulteriori dettagli si rimanda ai seguenti elaborati di progetto:

- 03.11.08_P017_E_CAS_ST_007 - Opere di protezione del rilevato autostradale in fascia B - Planimetria
- 03.11.09_P017_E_CAS_ST_008 - Opere di protezione del rilevato autostradale in fascia B - Profili e sezioni tipo

3.3.2. Idrografia minore

Lo studio svolto ha avuto l'obiettivo di determinare le portate di piena prodotte dall'idrografia minore, costituita sia da corsi d'acqua naturali e sia da bacini di piccole dimensioni (sostanzialmente porzioni di versante poste in adiacenza dell'infrastruttura A33 senza un'asta fluviale ben definita) che interferiscono con l'autostrada in progetto.

Le valutazioni idrauliche hanno riguardato in particolare le seguenti interferenze:

- attraversamento rio dei Deglia;
- attraversamento rio San Giacomo;
- attraversamento rio secondario alla PK 2+183 (impluvio "Opera 3");
- attraversamento canale Enel;

- contributi di versante in adiacenza dell'infrastruttura A33.

Le interferenze sopra elencate sono riportate sulle planimetrie aventi codice 04.01.22+24_P017-E-IDP-PL-007+012 che rappresentano il tracciato autostradale in progetto con l'indicazione delle opere di attraversamento.

Le valutazioni idrauliche sono state supportate da analisi modellistiche (codice MIKE 11 del DHI) eseguite nelle situazioni attuale e di progetto, con la finalità di valutare preliminarmente la compatibilità idraulica degli interventi previsti con l'assetto idrodinamico in piena dei corsi d'acqua e la condizione di sicurezza idraulica del tracciato autostradale nei punti di interferenza con la rete idrografica.

La delimitazione dei bacini idrografici è stata eseguita sulla base della Cartografia Regionale CTR in scala 1:10.000; la loro rappresentazione è riportata nella planimetria avente codice 02.04.04_P017-E-IDR-PL-002.

Per i bacini più significativi (Deglia, San Giacomo, impluvio "Opera 3") le portate di riferimento utili al dimensionamento idraulico delle opere di attraversamento autostradale sono quelle con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Per le aree in stretta adiacenza di limitate dimensioni, il dimensionamento idraulico delle opere di attraversamento autostradale è avvenuto in riferimento alla portata con tempo di ritorno 100 anni prodotta dal bacino di alimentazione, aggiungendo gli apporti idrici a tempo di ritorno 25 anni prodotti dalle scarpate autostradali. L'opera è stata considerata adeguata idraulicamente quando la portata smaltita generi un loro riempimento inferiore al 70%, in congruenza con quanto prescritto nel D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

Nel seguito si descrivono brevemente gli interventi previsti per i bacini più rilevanti; per ogni dettaglio si rimanda agli elaborati di progetto specifici.

Rio dei Deglia.

Il tracciato in progetto attraversa il rio dei Deglia con un ponte di luce 40 m alla PK 0+413.

La sistemazione in progetto è prevista per una lunghezza complessiva di circa 188 m ed è caratterizzata da una sezione trapezia di larghezza alla base di 4 m, altezza 3 m e pendenza delle sponde 1/1 realizzata in massi di cava di pezzatura non inferiore ai 1000 kg, collocati su un elemento di interposizione costituito da geotessile tessuto non tessuto di resistenza a trazione >18kN/m.

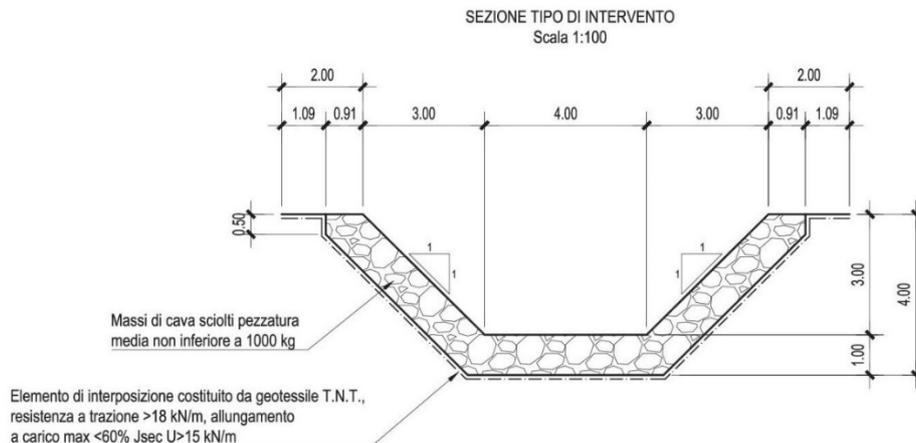


Figura 4 – Sezione tipo di intervento sul Rio dei Deglia

Il nuovo assetto è caratterizzato idraulicamente da un salto di fondo di circa 1.8 m e da una pendenza costante a monte del 1% e a valle del 0.5%. Il salto di fondo è realizzato mediante una briglia in c.a. di spessore 2 m, altezza 6,70 m e lunghezza tale da estendersi fino al muro dell'A33 e immersarsi nel terreno in destra idrografica (quasi 33 m).

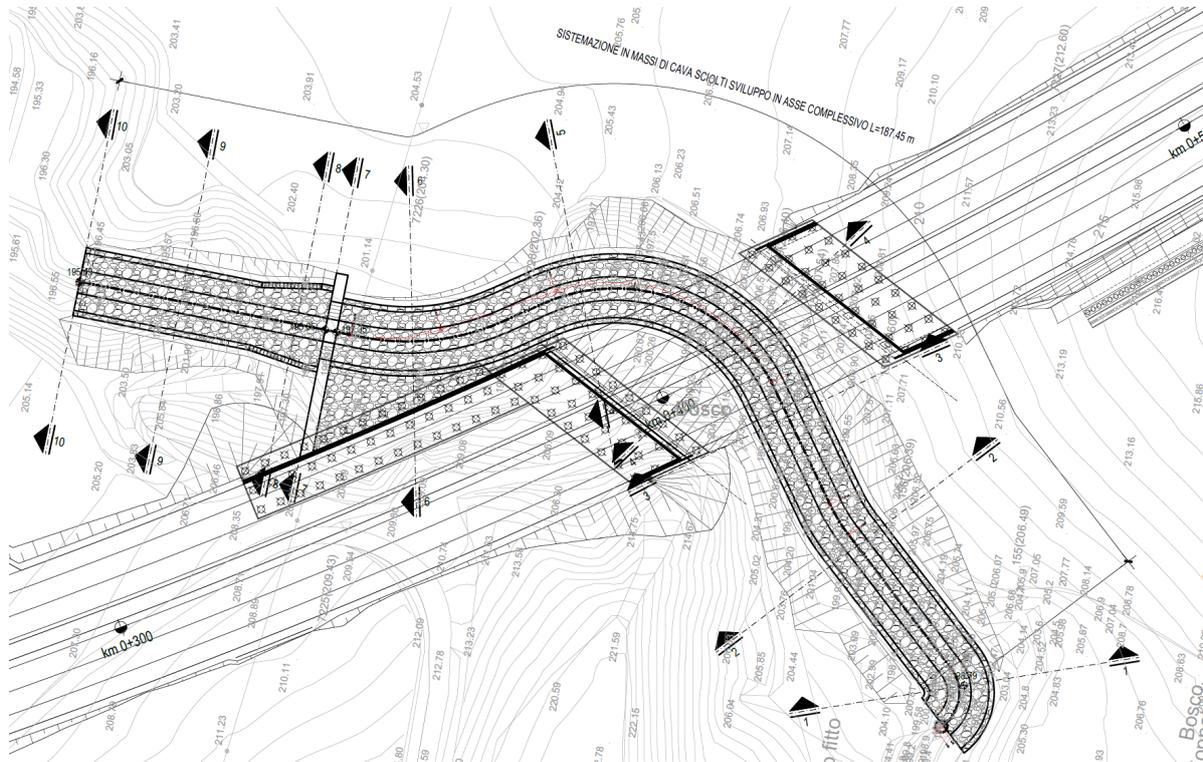


Figura 5 – Planimetria di intervento sul Rio dei Deglia

Rio San Giacomo.

Il tracciato in progetto attraversa il rio San Giacomo con un tombino scatolare di dimensioni BxH=6.0x3.0 m alla progr. Km 0+643.

La sistemazione in progetto è prevista per una lunghezza complessiva di circa 140 m ed è caratterizzata da una sezione trapezia di larghezza alla base di 4 m, altezza 2.5 m e pendenza delle sponde 1/1 realizzata in massi di cava di pezzatura non inferiore ai 1000 kg, collocati su un elemento di interposizione costituito da geotessile tessuto non tessuto di resistenza a trazione >18kN/m.

Il nuovo assetto di progetto è caratterizzato idraulicamente da tre livellette con pendenze circa pari al 10.0% nel tratto di attraversamento della strada campestre (progressive 220.0 m – 231.75 m), 3.2% nel tratto tra le progressive 231.75 m e 321.71 m e pari al 6.1% nel tratto tra le progressive 321.71 m e 357.05 m.

Circa 57 m a monte dell'attraversamento dell'A33 è presente una ulteriore interferenza del rio con una strada campestre che attualmente è caratterizzata da un attraversamento inadeguato a smaltire la portata bicentenaria, che nelle simulazioni di stato attuale, lo sormonta. L'attraversamento attuale è costituito da 3 tombini circolari affiancati di cui 2 caratterizzati da diametro 0.8 m e il terzo di diametro 1.5 m; in progetto si prevede la realizzazione di un manufatto scatolare a sezione rettangolare di dimensioni B x H = 6 x 2.3 m.

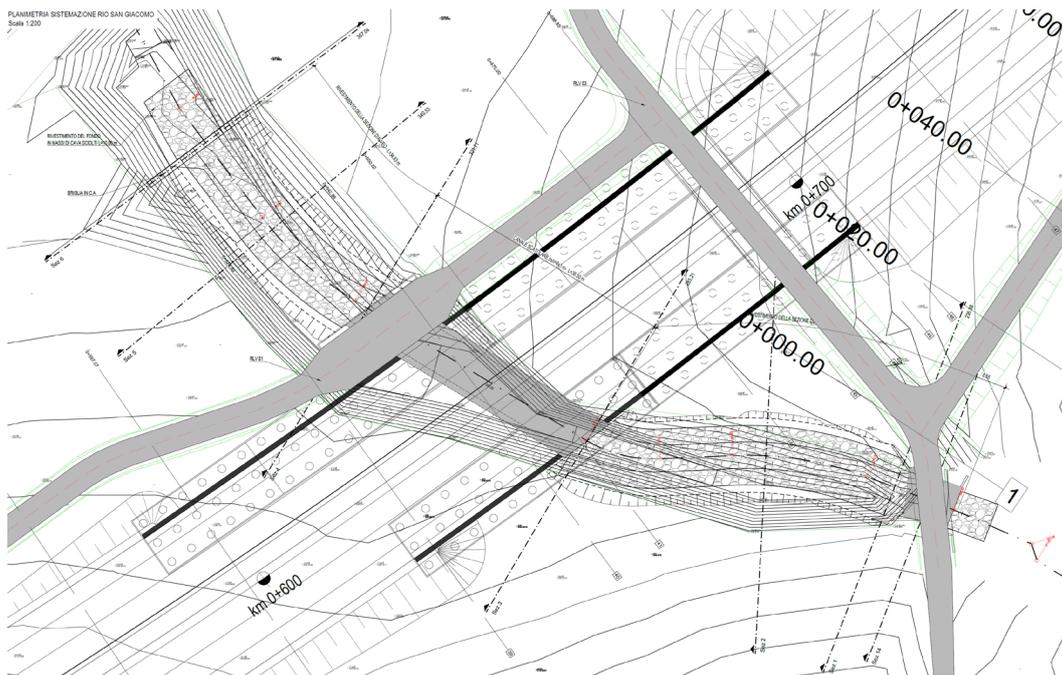


Figura 6 – Planimetria di intervento sul rio San Giacomo

Rio secondario alla PK 2+183 (impluvio “Opera 3”)

Il tracciato in progetto attraversa il rio in esame con un ponte di luce 40 m alla PK 2+183.

I tracciati planimetrici dell’impluvio nella configurazione attuale e di progetto sono tra loro coincidenti, in quanto la sistemazione prevista non prevede alcuna modifica dell’asse del corso d’acqua, ma soltanto una sua riprofilatura integrata con opere di difesa in alveo.

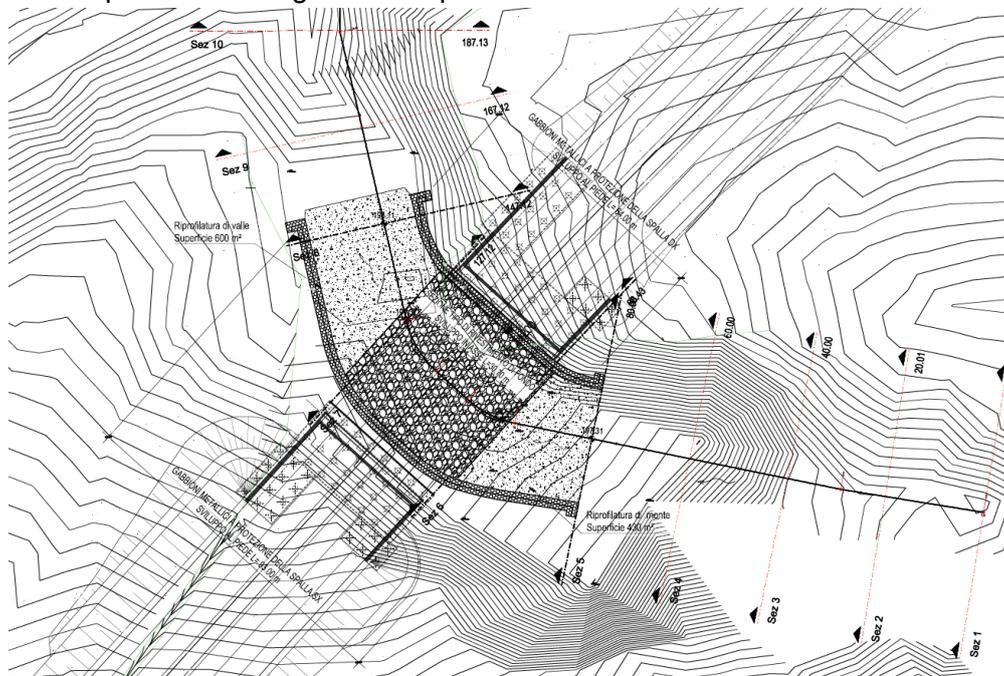


Figura 7 – Planimetria di intervento sull’impluvio “Opera 3”

La sistemazione in progetto è prevista per una lunghezza complessiva di circa 67 m e consiste in un rivestimento di fondo in massi di cava di pezzatura non inferiore ai 1000 kg, disposti con savanella centrale di altezza 0.50 m circa, collocati su un elemento di interposizione costituito da geotessile tessuto non tessuto di resistenza a trazione >18 kN/m e nella protezione delle spalle mediante gabbioni metallici sovrapposti di altezza 1,5 m. I tratti di raccordo di monte e di valle saranno realizzati mediante riprofilatura con materiale di risulta degli scavi.

Il nuovo assetto di progetto è caratterizzato idraulicamente da 2 livellette con pendenze medie rispettivamente del 9.0% nel primo tratto di lunghezza pari a circa 18.5 m, e circa del 5.0% nel tratto successivo di lunghezza pari a circa 49 m.

Deviazione del canale Enel

Per l'ottimizzazione della risoluzione dell'interferenza tra l'autostrada in progetto e il Canale di Verduno alla progr. km 3+459 è stata proposta la deviazione di quest'ultimo per un breve tratto immediatamente a valle della centrale di Verduno, di proprietà ENEL.

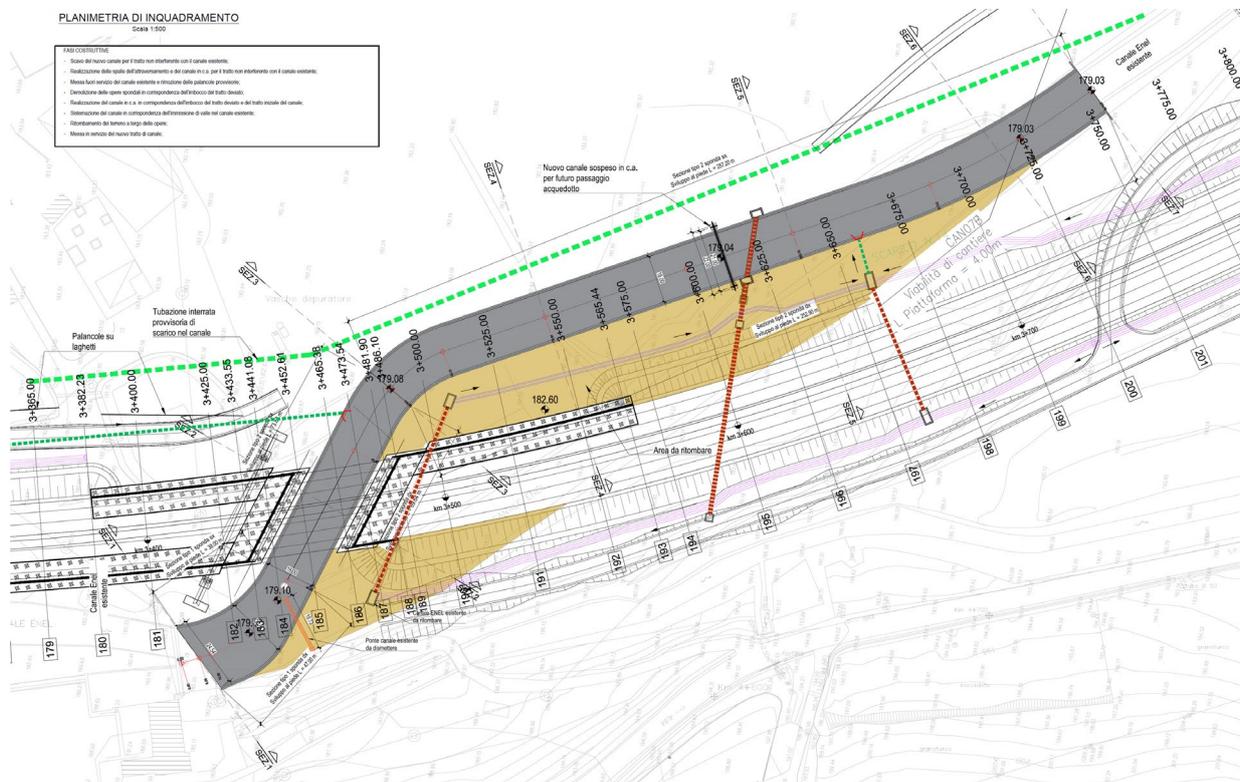


Figura 8 – Planimetria di intervento per la deviazione del Canale Enel

Nel tratto deviato, dal raccordo con il bacino di troppo pieno della centrale fino all'immissione nel canale attuale, si prevede la realizzazione di un canale rivestito in c.a. per una lunghezza di circa 369 m, con larghezza del fondo costante di 16 m.

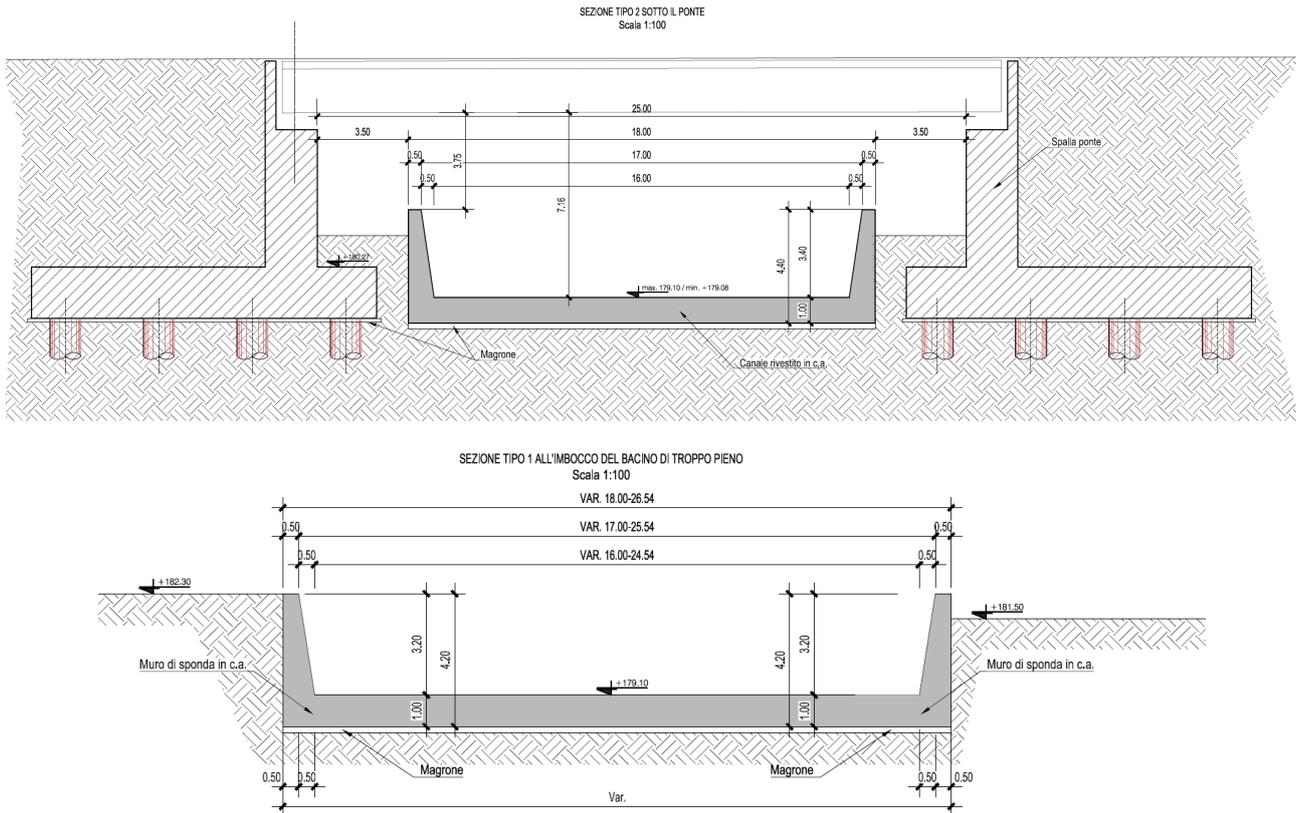


Figura 9 – Sezioni tipo del canale rivestito

All'altezza della PK 3+625, in uno dei conci del canale, è previsto l'inserimento di un cunicolo idraulico 1.50x1.50m come predisposizione per il futuro scarico verso il Tanaro delle acque dell'Ospedale di Verduno

L'analisi idraulica alla base delle verifiche è stata condotta mediante allestimento di un modello idrodinamico monodimensionale (mediante il software MIKE11 del DHI) dell'intero canale nel tratto compreso tra le centrali "in cascata" di Verduno e di Roddi, nella configurazione di stato attuale, per la ricostruzione dei livelli idrici che si instaurano nel corpo idrico nelle condizioni di ordinaria regolazione in presenza della portata di concessione di 20 m³/s. È stato quindi allestito un modello bidimensionale di elevato dettaglio (mediante il codice MIKE21 del DHI) del solo tratto oggetto di deviazione, per il confronto accurato tra le configurazioni di stato attuale e progetto; esso assume come condizione di valle il livello idrico nel canale definito dal modello 1D.

L'analisi svolta mostra come i profili idrici nel canale siano praticamente sovrapponibili tra le condizioni di stato attuale e progetto, in relazione al significativo rigurgito del tratto e alle modeste velocità che limitano gli effetti turbolenti dovuti ai cambi di direzione del tracciato. La sezione di progetto risulta maggiormente regolare e mediamente più ampia di quella di stato attuale, bilanciando l'effetto dovuto al maggiore sviluppo.

Protezione spondale del canale Verduno in corrispondenza delle pile del viadotto SP7

Alla PK 2+600 circa, il canale Enel viene superato dall'autostrada in progetto mediante il viadotto SP7; al fine di garantire l'adeguata sistemazione finale del canale, in corrispondenza delle pile del viadotto si prevede per un tratto di circa 82 m il rivestimento del canale con una sezione a U in c.a. seguita e preceduta da una sistemazione spondale verticale e del fono realizzata con massi sciolti di pezzatura media non inferiore a 1000 kg, collocati su un elemento di interposizione costituito da geotessile tessuto non tessuto di resistenza a trazione >18 kN/m.

I manufatti di raccolta delle acque di ruscellamento presenti lateralmente alla carreggiata autostradale sono essenzialmente di due tipi:

- **Canalette ad asola** ubicate nello spartitraffico dei tratti in curva o sul lato della sede stradale e destinate alla raccolta delle sole acque di piattaforma;
- **Bocchette grigliate di scarico**, destinate alla raccolta delle acque nelle tubazioni in acciaio.

Per ogni dettaglio si rimanda agli elaborati di progetto, in particolare:

- Relazione idrologica e idraulica - Smaltimento acque di piattaforma: elaborato con codice 04.01.01_P017_E_IDP_RI_001_A
- Sezioni tipo: elaborati con codice 03.11.01÷07_P017_E_CAS_ST_001÷006
- Planimetrie della rete di drenaggio: elaborati con codice 04.01.03÷08_P017_E_IDP_PL_001÷006

Per il trattamento delle acque di prima pioggia si prevede di allocare 7 separatori di idrocarburi, monoblocco in PRFV prefabbricati, in grado di depurare una portata massima di 100÷250 l/s, valore determinato in relazione alla superficie di piattaforma stradale afferente. La portata complessiva del tratto autostradale afferente a ciascuna delle vasche di raccolta viene trattata all'interno delle stesse per la quota parte corrispondente alla prima pioggia - i primi 5 mm caduti in 15 minuti - mentre la restante parte sufficientemente diluita ed unita successivamente all'acqua trattata, viene convogliata tramite by-pass ai corpi recettori.

Le vasche complessivamente previste per il tratto autostradale in oggetto sono:

- V1 (progr. 0+000) – settore di piattaforma afferente: da progr. 0+000 a progr. 0+438 – 100 l/s;
- V2 (progr. 0+436) – settore di piattaforma afferente: da progr. 0+438 a progr. 0+714 – 100 l/s;
- V3 (progr. 0+705) – settore di piattaforma afferente: da progr. 0+714 a progr. 1+200 – 100 l/s;
- V4 (progr. 1+633) – settore di piattaforma afferente: da progr. 1+200 a progr. 1+625 – 100 l/s;
- V5 (progr. 2+138) – settore di piattaforma afferente: da progr. 1+625 a progr. 2+140 – 100 l/s;
- V6 (progr. 3+200) – settore di piattaforma afferente: da progr. 2+140 a progr. 3+439 – 200 l/s.
- V7 (progr. 4+660) – settore di piattaforma afferente: da progr. 3+439 a progr. 4+905 – 250 l/s.

I punti di scarico delle acque di piattaforma trattate nei corpi idrici superficiali sono i seguenti:

- recapito in Rio San Michele (V1);
- recapito in Rio dei Deglia (V2);
- recapito in Rio San Giacomo (V3);
- recapito in Tanaro con tubazione che oltrepassa mediante sifone il canale Enel (V4);
- recapito in Tanaro con tubazione che oltrepassa mediante sifone il canale Enel (V5);
- recapito in Tanaro con tubazione che corre lungo stradina esistente e si immette in fosso esistente (oggetto di sistemazione) avente recapito nel fiume (V6);
- recapito in canalizzazione esistente (scolmatore canale Enel/Verduno) a seguito di attraversamento mediante ponte-canale del canale Enel/Verduno (V7).

Le canalizzazioni relative alla rete di scarico dalle vasche di trattamento che, in alcuni casi raccolgono anche le acque di versante convogliate mediante i tombini (circolari e scatolari) che attraversano il rilevato stradale di progetto, sono rappresentate da tubazioni in c.a. e canali a cielo aperto in c.a. di differenti dimensioni in relazione all'entità della portata da collettare.

I particolari costruttivi degli impianti di trattamento delle acque di piattaforma sono rappresentati negli elaborati con codici 04.02.01÷03_P017_E_CAS_ST_001÷003.

La presenza di sifoni per lo scarico delle acque dalle vasche V4 e V5 e del ponte-canale in corrispondenza dello scarico V7 è dovuta alla necessità di oltrepassare il canale Enel/Verduno, che alimenta una presa a scopo idropotabile nel Comune di Alba, per giungere a recapito in Tanaro. I sifoni sono costituiti da due pozzetti di estremità in c.a. e da una tubazione di collegamento in c.a. turbocentrifugato, di dimensioni variabili in relazione alla portata da smaltire, avente carico minimo allo schiacciamento pari a 150 kN/mq. Al fine di garantire la protezione della tubazione, è previsto il calottamento in c.a. della condotta e il rivestimento del canale sovrastante con massi di cava.

Gli scarichi della rete di drenaggio nei recapiti finali (canale Enel/Verduno, fiume Tanaro) sono costituiti da un manufatto di sbocco in c.a. e da un rivestimento spondale in massi, per la protezione dall'erosione.

Tali elementi sono rappresentati nell'elaborato P017_E_CAS_ST_009 - Sezioni tipo

3.4. STUDIO ACUSTICO

L'aggiornamento dello studio acustico ha permesso le valutazioni di impatto acustico relative alle fasi di costruzione e di esercizio del Lotto II.6A, 2° stralcio funzionale del Lotto II.6, appartenente al Tronco II (A21 Asti Est - A6 Marene) del Collegamento Autostradale Asti-Cuneo, da realizzarsi a cura della Concessionaria Autostrada Asti-Cuneo S.p.A.

Il tracciato autostradale in progetto è stato considerato come infrastruttura di nuova realizzazione, con limiti da rispettare pari a 65/55 dBA entro 250 m dal confine stradale.

Relativamente alla **fase di esercizio** dell'infrastruttura lo studio ha recepito quanto richiesto dalla nota n. 52/2022 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in termini di incertezza. Rispetto al Progetto Acustico Definitivo si è inoltre provveduto ad aggiornare il modello di calcolo CNOSSOS-EU che, rispetto all'edizione 2015, ha subito importanti variazioni con l'entrata in vigore nel 2022 della Direttiva UE 1126/2021.

Le simulazioni di rumore nello scenario ante mitigazione hanno evidenziato la presenza di esuberi potenziali lungo il tracciato oggetto di questo studio, compreso il Nuovo Ospedale di Alba-Bra. Si rende dunque necessaria l'installazione di interventi di mitigazione per un'estensione complessiva di circa 1411 m, suddivisi in quattro interventi di altezze comprese tra 2.5 e 4.0 m. Si prevede, inoltre, la stesura lungo tutta la tratta di asfalto drenante-fonoassorbente con riduzioni delle emissioni da 1 a 3 dBA, in funzione delle velocità di percorrenza.

L'inserimento di questo sistema mitigativo riporta tutti i livelli di impatto entro i limiti imposti, fatta eccezione per il Nuovo Ospedale di Alba-Bra, che verrà inserito nel Piano di Monitoraggio Ambientale e per il quale, in considerazione degli esigui impatti, si prevede il superamento delle verifiche in ambiente abitativo ai sensi del DMA 29/11/2000.

Simulazioni sito specifiche sul Castello Reale di Pollenzo (comune di Bra) hanno documentato impatti prossimi a 40 dBA in periodo diurno e tra i 30-35 dBA in periodo notturno quindi ampiamente inferiori ai limiti applicabili di classe III in cui è collocato il bene (60/50dBA).

Relativamente alla fase di **realizzazione dell'opera** gli esiti delle analisi previsionali e il confronto con i limiti di legge evidenziano la presenza di esuberi ai limiti applicabili in corrispondenza di alcuni ricettori direttamente esposti alle emissioni dei cantieri e delle viabilità percorse dai mezzi pesanti.

Sono stati di conseguenza definiti alcuni interventi di mitigazione di ordine prevalentemente operativo e gestionale finalizzati al contenimento delle emissioni a quanto strettamente necessario per l'operatività dei cantieri. In particolare, si ricorrerà all'utilizzo di barriere antirumore di tipo mobile.

Sebbene l'ampiezza degli esuberi riscontrati sia generalmente modesta, nei restanti casi, laddove si prefigura il superamento dei limiti di emissione, nell'ipotesi che le lavorazioni siano limitate al periodo diurno, considerando che avranno carattere discontinuo rispetto al singolo ricettore e che il rumore

a cui saranno esposti i ricettori non supererà il limite di 70 dB(A), si può fare riferimento a quanto prescritto dalla Deliberazione della Giunta Regionale del Piemonte del 27 Giugno 2012, n. 24-4049 "Disposizioni per il rilascio da parte delle Amministrazioni comunali delle autorizzazioni in deroga ai valori limite per le attività temporanee, ai sensi dell'articolo 3, comma 3, lettera b) della L. R. 25 Ottobre 2000, n. 52", e procedere con la richiesta di autorizzazione in deroga con istanza semplificata, secondo i criteri allegati alle Deliberazione stessa.

In ultima analisi sono state fornite indicazioni per la redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale della componente rumore in corso d'opera (cantierizzazione) e post opera (esercizio). Si sottolinea come un corretto PMA consentirà, durante la fase di realizzazione dell'opera, di adattare efficacemente le mitigazioni previste al sorgere di eventuali criticità cantieristiche.

3.4.1. Confronto con lo Studio Acustico di Progetto Definitivo

Lo studio acustico di Progetto Definitivo aveva documentato un significativo rispetto dei limiti applicabili il che aveva comportato, come unico intervento di mitigazione, la stesura di asfalto drenante-fonoassorbente con prestazioni minime comprese tra -1 e -3 dBA.

A seguito, tuttavia, delle prescrizioni al PD del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con nota n. 52/2022 nelle quali si chiedeva di contemplare nei calcoli una tolleranza pari a 3 dBA, si è deciso, vista l'importanza dell'opera e il pregio dell'area attraversata, di procedere con l'aggiornamento di altri aspetti e in particolare:

- l'utilizzo del modello di calcolo CNOSSOS-EU aggiornato secondo la Direttiva UE 1126/2021 che aggiorna la Direttiva UE 996/2015;
- il calcolo del fattore di correzione dovuto all'incertezza ai sensi della UNI TR 11326-2009.

Per quanto concerne il modello di calcolo CNOSSOS-EU, la Direttiva UE 1126/2021 ha introdotto significative variazioni ai coefficienti $A_{R,i,m}$ e $B_{R,i,m}$, $A_{P,i,m}$ e $B_{P,i,m}$ che determinano il livello di potenza sonora del rumore di rotolamento e propulsione per singolo veicolo (formule 2.2.4÷2.2.11 e Tabella F-1 quest'ultima aggiornata appunto nella direttiva 1126/2021). Tale incremento si osserva praticamente costante per tutte le classi di veicolo e comporta un aumento dei livelli di emissione pari a 3-3.5 dBA

Infine, come già sottolineato, lo studio acustico di Progetto Esecutivo ha recepito quanto richiesto dalla nota 52/2022 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in termini di incertezza da considerare nei calcoli. È stata infatti valutata, ai sensi della UNI TR 11326, un'incertezza globale sui dati di calcolo ottenuti dal software previsionale pari a 2.5 dBA.

A scopo cautelativo, e al fine di ottemperare alle prescrizioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, i calcoli documentati sono stati tuttavia maggiorati complessivamente di 3 dBA per tenere conto dell'incertezza di calcolo.

A seguito degli aggiornamenti sopra descritti, e alle ipotesi prudenziali richieste dalle prescrizioni al Progetto Definitivo, sono emersi esuberanti residui non mitigabili dalla sola pavimentazione fonoassorbente e che hanno comportato la progettazione di barriere antirumore per uno sviluppo lineare complessivo di circa 1411 m, con altezze comprese tra 2.5 e 4.0 m e una superficie pari a circa 4146 m².

Di seguito si riporta sintesi degli interventi previsti.

Nome	Pk inizio	Pk fine	Altezza (m)	Lunghezza (m)	Superficie (m ²)	Tipologia	Lato installazione	Note
BA-01	0+019.5	0+334.2	4	335	1340	Opaca	Direzione Asti	Cascina Spià su rilevato
BA-02A	2+463.41	2+864.65	2.5	421	1052	Trasparente (vetro)	Direzione Asti	Su viadotto SP7
BA-02B	2+040.41	2+443.10	2.5	424	1061	Trasparente (vetro)	Direzione Cuneo	Su viadotto SP7
BA-03	4+675.00	4+907.87	3	231	693	Opaca	Direzione Asti	Fine lotto su rilevato
TOTALI				1411	4146			

3.5. ARCHEOLOGIA

La rilevanza archeologica complessiva dell'area oggetto di indagine emerge in maniera evidente dai dati raccolti: dai giacimenti fossiliferi che caratterizzano l'asse del Tanaro e le sue immediate vicinanze, alle abbondanti tracce di frequentazione neolitica ed eneolitica soprattutto nella vicina Alba, alla frequentazione dell'età del Bronzo, ormai profondamente connessa al ruolo del Tanaro come via preferenziale di scambi.

Le tracce di frequentazione e presenza antropica si fanno ancor più evidenti con l'età romana: la presenza di *Alba Pompeia* e *Pollentia* nelle immediate vicinanze dell'area indagata ne condiziona il paesaggio antropico. I due centri erano sicuramente collegati da un tracciato viario che attraversava la piana del Tanaro al riparo dalle piene del fiume, probabilmente tenendosi ai piedi del profilo collinare di Roddi-Verduno-La Morra, in seguito ricalcato dalla SP7. L'avvio della strada è chiaramente seguibile grazie alla necropoli meridionale di Alba che si estende per almeno 5 km lungo la via per Roddi, ma indizi del suo passaggio sono anche nei monumenti funerari rinvenuti proprio in occasione delle indagini preliminari del 2013 e nella disposizione delle tombe di età romana identificate lungo la SP7 in occasione di recenti lavori di scavo.

In tale ottica, di passaggio ai piedi del sistema collinare fronteggiante la sponda sud del Tanaro, verrebbe anche a rafforzarsi l'ipotesi del Mosca, che collegava la presenza di imponenti resti murari in località La Presa di Rivalta alla presenza di un guado, e quindi di una strada, in quella zona. In tal senso potrebbero essere letti anche i rinvenimenti di un acciottolato stradale, probabilmente romano, in quei pressi, l'identificazione di Rivalta con la "*Rocca ripalte*" posta non lontano da un "*portem vetulum*" sul Tanaro¹ e le tracce di una probabile necropoli ad incinerazione di età romana individuate durante le indagini del 2020 (elaborato P017_D_STU_ARC00_RH_002_A)

Si può quindi presumere che il territorio fosse costellato da piccoli insediamenti, collegati da strade secondarie, e che lungo la strada Alba-Pollenzo sia possibile individuare altri insediamenti rustici di età romana e piccoli nuclei di necropoli, mentre presumibilmente la fascia tra la strada e il fiume, spesso soggetta ad eventi esondativi, era probabilmente destinato a scopi agricoli (come lo era la zona collinare) ad esclusione però della fascia strettamente perfluviale, che forse era destinata a bosco e pascolo comune.

Se questa lettura interpretativa fosse corretta il rischio maggiore di rinvenimenti di età romana si collocherebbe fra l'inizio del lotto e la pk 2+000 circa (località Due Lanterne), dove l'autostrada attraversa una zona pedecollinare, profondamente indiziata di rinvenimenti di età romana, forse connessi al passaggio della strada romana e al suo attraversamento del Tanaro in località La Presa.

Dalla località Due Lanterne alla fine del lotto il tracciato è previsto correre ben staccato dalla viabilità di età romana, ma l'area risulta tuttavia profondamente indiziata di rinvenimenti di età preistorica.

Per quanto attiene alle possibili interferenze con depositi fossiliferi esse sono da escludersi per le parti di opera collocate in comune di Roddi e di Verduno, mentre sono possibili per il comune di La Morra.

Per la valutazione dell'interesse archeologico relativo all'opera si deve tenere conto della densità dei rinvenimenti in prossimità dell'opera o addirittura interferenti con essa:

- C.na dello Spià: insediamento dell'età del Bronzo Recente e Finale.
- Frazione Rivalta, loc. La Presa, rinvenimento di probabile tracciato stradale di età romana.
- Frazione Rivalta, loc. La Presa-Le Ciose: presenza di strutture murarie di età romana e spargimenti di materiali di età romana per un'area molto vasta; resti di una probabile necropoli ad incinerazione interferente con il tracciato.
- Verduno-Roddi, SP7: rinvenimento di vari nuclei di necropoli di età romana.
- Verduno, SP7: rinvenimento di nucleo di necropoli ad incinerazione forse protostorica.

¹ FILIPPI, MICHELETTO 1987, p. 33, n. 15.1; MORRA 1997, p. 33

- Verduno-Roddi: rinvenimento di depositi antropizzati contenenti ceramica pre-protostorica.

Tre sono i siti direttamente interferenti con l'opera: C.na dello Spià, loc. La Presa-Le Ciose e il sito preistorico fra Roddi e Verduno.

Per quanto attiene al sito presso C.na dello Spià, ricadente nel tratto iniziale dell'opera, esso è già stato indagato preliminarmente fra il 2014 e il 2015 e la Soprintendenza ha già emesso prescrizioni a cui la Concessionaria dovrà attenersi in fase di costruzione dell'opera (nota prot. 4847 del 15.06.2015).

Il sito in fraz. Rivalta, loc. La Presa-Le Ciose, oggetto di specifiche indagini archeologiche nell'estate del 2020 (elaborati 02.05.04_P017_D_ARC00_RH_002_A, 02.05.05_P017_D_ARC00_DF_001_A, 02.05.06_P017_D_ARC00_PL_002_A), interferisce con l'opera, non come ipotizzato in precedenza sulla base di anomalie riferibili a ipotizzate strutture murarie riscontrate nella lettura delle ortofoto, ma per la presenza di una necropoli ad incinerazione, della quale sono state individuate, con tutta probabilità, tre sepolture.

Per quanto attiene poi al sito preistorico fra Roddi e Verduno, individuato durante la campagna di indagini archeologiche preliminari eseguite alla fine del 2014, per esso la Soprintendenza ha già prescritto l'esecuzione di scavi archeologici in estensione (nota prot. 4847 del 15.06.2015 e nota prot. 163 del 12.01.2016).

Come anticipato nelle valutazioni sopracitate, al di là di queste interferenze puntuali, tutto il tracciato compreso fra l'inizio del lotto e la pkm 2+000 circa (località Due Lanterne), dove l'autostrada attraversa una zona pedecollinare, profondamente indiziata di rinvenimenti di età romana, è da ritenersi a rischio elevato di rinvenimenti archeologici, soprattutto di età romana. A questo livello di rischio si connette anche il rischio di rinvenimenti paleontologici (faune e microfaune marine) se gli scavi dovessero intaccare il substrato gessoso messiniano (Vena del Gesso), la cui superficialità, in alcuni tratti, è evidente sulla base delle indagini effettuate nell'agosto 2020 (elaborati 02.05.04_P017_E_ARC_RH_002_A, 02.05.06_P017_E_ARC_PP_002_A) dove si è verificato l'affioramento del substrato messiniano al di sotto della cotica erbosa nella particelle 60, F.2, NCT del comune di La Morra, anche se in assenza totale di rinvenimenti paleontologici.

Sulla base di tali indagini è stato ridotto a basso/nulla il rischio archeologico nell'ambito del mappale 60, F.2, comune di La Morra, mentre è stato elevato a rischio certo il tratto di opera insistente sui mappali 40, 41, 62 e 63.

Dalla pk 2+000 circa alla fine del lotto il tracciato attraversa un'area probabilmente scarsamente frequentata in età romana ma ben caratterizzata da rinvenimenti preistorici, perlomeno dal Neolitico medio, ed è pertanto da ritenersi anch'esso ad elevato rischio di rinvenimenti archeologici, soprattutto di età preistorica.

Sembrerebbe da escludersi la possibile interferenza, in questo tratto, con i depositi fossiliferi.

In considerazione di quanto sopra esposto si auspica quanto prima il completamento delle campagne di indagini di cui all'elaborato 02.05.03_P017_E_ARC_PP_001_A, indagini già approvate dalla competente Soprintendenza con nota prot. 10517 del 06.08.2020 e solo parzialmente eseguite.

Facendo seguito a quanto sopra esposto, in fase di definitivo sono state proposte indagini da eseguirsi in forma di trincee di lunghezza variabile da 40 a 20 m, di profondità minima un metro (e comunque tale da garantire il raggiungimento del substrato) e della larghezza di un metro.

Le 13 trincee di lunghezza pari a 40 m concentrate nell'area del sito 13, indiziato da rinvenimenti archeologici nel corso degli ultimi 60 anni, sono state eseguite nell'agosto 2020 con riscontri positivi e la loro documentazione è visibile negli elaborati 02.05.04_P017_E_ARC_RH_002_A, 02.05.05_P017_E_ARC_DF_001_A, 02.05.06_P017_E_ARC_PP_002_A).

Altre 12 trincee di lunghezza pari a 40 m sono state posizionate immediatamente a ovest di quelle già eseguite, fra queste ultime e il rio San Giacomo.

Altre 33 trincee sono state distribuite nel tratto di opera in progetto compreso fra il sito 13 e località Due Lanterne, indiziata del possibile passaggio della viabilità romana tra Alba e Pollenzo.

Ulteriori 35 trincee sono state ipotizzate lungo il tratto di opera che va dal sito 46 al viadotto SP7, area nel complesso profondamente indiziata di rinvenimenti preistorici, e concentrate

particolarmente nel tratto compreso fra il sito 45 e il sito 46, nell'ambito del quale paiono più probabili le interferenze con depositi preistorici.

In questa proposta di indagini non si è tenuto conto del sito 6, in quanto già indagato, né del sito 46, in quanto è già stato prescritto dalla Soprintendenza lo scavo archeologico esaustivo del sito.

A seguito di Parere MiC_DG_ABAP_SERV V – Prot. 12190 del 03/04/2023, al fine di ottemperare alle condizioni ambientali ivi espresse ai Punti 26 e 27 ("Prescrizioni di tutela archeologica") e tenuto conto di quanto evidenziato ai Par. 2.3 a e 3.2 della medesima nota, ai sensi dell'Art. 25 c. 8 del D. Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii. e del DPCM 14/02/2022 è stato predisposto un piano di ampliamento delle indagini archeologiche e di operazioni di assistenza archeologica in corso d'opera in seno alle aree rappresentate graficamente nel documento di PE 02.05.09_P017_E_PP_004_A.

Il piano è stato predisposto con riferimento ai documenti del PD già agli atti della Soprintendenza 02.05.07_P017_D_ARC_RH_003_A e 02.05.08_P017_D_ARC_PP_003_A (relazione sondaggi archeologici preliminari eseguiti nel 2022 – 52 trincee), 02.05.04_P017_D_ARC_RH_002_A (relazione sondaggi archeologici preliminari eseguiti nel 2020- 13 trincee), 2.6E-rB.5.1.1.24 ("Progettazione delle indagini archeologiche in estensione" del 2015), 2.6bE-dB.5.1.07-00 ("Planimetria del rischio archeologico, TAV. I" del 2018).

In merito alla condizione ambientale n. 26, in considerazione delle evidenze archeologiche individuate e interferenti con il tracciato in oggetto si provvederà all'esecuzione di indagini archeologiche in estensione

volte a verificare ed indagare la natura e l'ampiezza dei depositi archeologici individuati nelle aree seguenti:

- Nell'area compresa tra le sezioni delle trincee n. 8 e 12 eseguite nel 2020 tra le pk Km 1+000 e 1+150;
- Nell'area compresa tra le sezioni delle trincee n. 5 e 6 eseguite nel 2022 tra le pk Km 3+950 e 4+000;
- Nell'area corrispondente alla trincea n. 24 eseguita nel 2022, contigua all'area di rinvenimento di contesti di interesse archeologico all'interno della trincea n. 26 eseguita nel 2014 come citata nel documento n. 2.6E-rB.5.1.1.24 del 2015 e segnalata quale sito 99I come da "Planimetria del rischio archeologico" del 2018, individuata tra le pk Km 4+400 e 4+450, con prolungamento dell'area di indagine ad est e ad ovest della citata trincea n. 24 del 2022.

Per quanto riguarda la condizione ambientale n. 27, saranno eseguite attività di controllo archeologico continuativo nel corso dei lavori, e con particolare riguardo alle operazioni di scavo, nelle aree seguenti:

- In corrispondenza delle trincee eseguite nel 2022 nn. 3 (tra le pK Km 3+800 e 3+900) 8, 9, 10 (tra le pK Km 4+050 e 4+150);
- Nel settore compreso tra la "Deviazione fosso tombino idraulico" e il "Sottopasso scatolare strada podereale" tra le Progressive Km 1+750 e 1+850 dove non è stato possibile eseguire le trincee dalla n. 52 alla n. 56 nel 2022;
- Nel settore compreso tra le Progressive ai Km 1+200 e 1+700 dove non è stata eseguita nel 2022 la trincea n. 64 per la presenza sul fondo di un fitto nocciuolo.

Tutte le attività di ampliamento dell'indagine archeologica in estensione e di controllo archeologico in corso d'opera saranno affidate a soggetto dotato dei requisiti richiesti come da Art. 25 del D. Lgs. 50/2016, comma 8 lett. c e Par. 7.3 delle Linee Guida All. 1 del DPCM 14/02/2022.

4. PROGETTO STRADALE

4.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

- a) D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 – “Codice della Strada”.
- b) D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 – “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada”.
- c) D.M. 05.11.2001 (G.U. n.5 del 04.01.2002) – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade di cui al comma n.1 dell’art.13 del D.lgs 30 Aprile 1992, n.285”.
- d) D.Min.Infrastrutt.Trasporti 22/04/2004 – Modifica del decreto 5/11/2001 n. 6792 recante, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.
- e) D.M. 21.06.2004 (G.U. n.182 del 05.08.2004) - “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”.

4.2. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PROGETTO STRADALE

Si elencano di seguito le caratteristiche prestazionali e geometriche della piattaforma adottata in progetto:

• Velocità di progetto Vp:	Km/h	90<Vp<120
• Coefficiente di aderenza longitudinale (Autostrade)	f _l	0.36
• Accelerazione:	m/s ²	0.80
• Altezza ostacolo nelle verifiche di visuale libera A:	m	0.10
• Altezza punto di vista nelle verifiche di visuale libera S:	m	1.10
• pendenza trasversale massima in curva:	%	5.41
• pendenza trasversale sinistra in rettilo:	%	-2.50
• pendenza trasversale destra in rettilo:	%	-2.50
• pendenza longitudinale massima:	%	4.40
• raccordo verticale minimo:	m	5000
• raccordo verticale massimo:	m	14500

Per quanto riguarda la sezione tipo, si fa riferimento al Progetto Esecutivo del lotto II.6 nella versione originale che prendeva a riferimento la normativa CNR 78 del 1980. In particolare, era stata adottata, per l’autostrada, la sezione tipo **II/A** con margine interno maggiorato a 4 m.

Tale sezione trasversale è stata mantenuta assimilandola alla categoria **A1e** secondo la classificazione prevista dalle norme dettate nel DM 05/11/2001, mantenendo l’intervallo di velocità 90<Vp<120.

4.3. SEZIONE TRASVERSALE

La piattaforma stradale risulta composta da due carreggiate da 11.20 m, separate da uno spartitraffico da 2.60 metri, per una larghezza totale esclusi gli elementi marginali pari a 25.00 metri. Ogni singola carreggiata è composta da 2 corsie di marcia da 3.75 m oltre ad una corsia di emergenza da 3.00 m. e una banchina in sinistra da 0.70 metri.

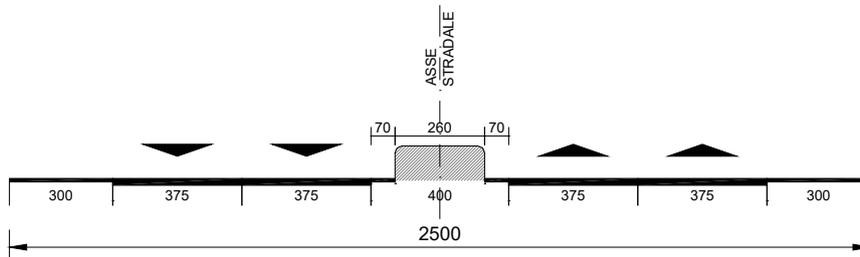


Figura 11- Sezione trasversale schematica

Nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata è completata in destra da arginelli in terra di larghezza pari a 1.25 m su cui trova alloggiamento, laddove necessario, la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Nei tratti in trincea l'elemento marginale è costituito da una cunetta alla francese con larghezza pari a 1.40 m e con sponda contro terra di altezza pari a 1.00 m.

4.4. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato si sviluppa a partire dal ponte sul Tanaro a suo tempo realizzato nell'ambito dei lavori del lotto II.7, prevalentemente lungo la direttrice est-ovest, collegandosi ad est, nella piana di Roddi, con il Lotto II.6b, già sviluppato a livello esecutivo, con un'estesa complessiva di circa 5 km.

Il tracciato è prevalentemente realizzato in rilevato di altezza contenuta al fine di minimizzare gli effetti di barriera visiva rispetto ai punti di visuale sensibile presenti nell'area e soprattutto per minimizzare il disturbo nei confronti del delicato contesto idrogeologico, caratterizzato dalla presenza di paleofrane sul versante nord della collina di Verduno. Per l'inserimento del tracciato nelle zone più prominenti del versante sono previsti tre tratti in trincea di media profondità.

Esso si sviluppa inizialmente in direzione nord-est attestandosi al piede della collina, dove attraversa il Rio dei Deglia e il Rio San Giacomo, prosegue fino alla località "Due Lanterne", interessando i Comuni di Cherasco e La Morra, supera in viadotto il canale Enel e la S.P.7 per poi proseguire all'interno della regione pianeggiante "Piana dei Molino", nei Comuni di Verduno e di Roddi.

Le principali opere d'arte sono (pk riferite alla carreggiata ASTI):

progressiva	opera	Lunghezza (m)
0+413	Ponte rio Dei Deglia	40.00
0+646	Scatolare idraulico rio San Giacomo	29.16
0+690	Sottopasso scatolare strada poderale	27.00
1+701	Sottopasso scatolare strada poderale	26.60
2+183	Ponte "Opera 3"	40.00
da 2+463.41 a 2+864.65	Viadotto SP7	401.23
3+459	Attraversamento canale ENEL	32.60

4.5. SOVRASTRUTTURA STRADALE

La sovrastruttura stradale di tipo semi-rigido è costituita da:

- **25 cm** Fondazione in misto granulare stabilizzato;
- **20 cm** Fondazione in misto granulare cementato;
- **15 cm** Strato di base in conglomerato bituminoso modificato;
- **5 cm** Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso modificato;
- **5 cm** Strato di usura in conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente.



Figura 12 - Pacchetto pavimentazione

Sulle opere d'arte principali vengono mantenuti solo i primi due strati superficiali:



Figura 13 - Pavimentazione su opere d'arte

4.6. DATI DI TRACCIAMENTO

Dovendo gestire gli allargamenti per la visuale libera nella corsia interna si è fatto riferimento all'utilizzo di due tracciamenti distinti nei due versi di marcia, con conseguenti due profili altimetrici.

Per semplicità sono stati denominati utilizzando le direzioni, abbiamo così l'asse in direzione ASTI, preso come riferimento per le progressive, l'Asse in direzione Cuneo come ausiliario.

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche dei due assi di tracciamento (tabella 1) nonché gli elementi geometrici del tracciato altimetrico (tabelle 2 e 3).

4.6.1. Asse direzione ASTI

Tipo	Progr. I. (m)	Progr. F. (m)	Sviluppo (m)	Raggio (m)	Parametr o A	Raggio I. (m)	Raggio F. (m)	Verso	Pt dx (%)	Pt sx (%)	Vp (Km/h)
RETTIFILO	-316.055	-6.575	309.480	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120.000	120.000
CLOTOIDE	-6.575	180.405	186.980	483.741	0.000	1251.500	Sx	0.000	0.000	120.000	120.000
ARCO	180.405	805.777	625.372	0.000	1251.500	1251.500	Sx	4.680	-4.680	120.000	120.000
CLOTOIDE	805.777	992.757	186.980	483.741	0.000	1251.500	Sx	0.000	0.000	120.000	120.000
RETTIFILO	992.757	2078.052	1085.295	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120.000	120.000
CLOTOIDE	2078.052	2303.308	225.257	529.985	0.000	1246.950	Dx	0.000	0.000	120.000	120.000
ARCO	2303.308	3080.741	777.433	0.000	1246.950	1246.950	Dx	-4.691	4.691	120.000	120.000
CLOT. FLESSO E	3080.741	3278.178	197.437	496.179	0.000	1246.950	Dx	0.000	0.000	120.000	120.000
CLOT. FLESSO U	3278.178	3435.836	157.659	396.943	0.000	999.400	Sx	0.000	0.000	120.000	120.000
ARCO	3435.836	3646.203	210.367	0.000	999.400	999.400	Sx	5.404	-5.404	120.000	120.000
CLOTOIDE	3646.203	3922.134	275.931	525.133	0.000	999.400	Sx	0.000	0.000	120.000	120.000
RETTIFILO	3922.134	3968.233	46.099	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120.000	120.000
CLOTOIDE	3968.233	4158.178	189.945	559.491	0.000	1648.000	Dx	0.000	0.000	120.000	120.000
ARCO	4158.178	4484.007	325.829	0.000	1648.000	1648.000	Dx	-3.924	3.924	120.000	120.000
CLOTOIDE	4484.007	4673.952	189.945	559.491	0.000	1648.000	Dx	0.000	0.000	120.000	120.000
RETTIFILO	4673.952	4904.871	230.919	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120.000	120.000

Tabella 1 - Elementi geometrici di tracciato con riferimento alle progressive stradali

PK vertice	Quota vertice	Pendenza iniziale	Pendenza finale	Δi	Tipo di raccordo	Lunghezza raccordo	K	Raggio raccordo
0+385.197m	207.008m	0.29%	2.30%	2.01%	Concavo	390.215m	194.088	19408.772m
1+094.393m	223.316m	2.30%	-0.29%	2.59%	Convesso	254.679m	98.18	9817.976m
1+775.267m	221.311m	-0.29%	-3.50%	3.21%	Convesso	303.190m	94.584	9458.426m
2+393.823m	199.661m	-3.50%	-0.40%	3.10%	Concavo	280.687m	90.568	9056.814m
2+781.224m	198.108m	-0.40%	-3.01%	2.60%	Convesso	229.463m	88.095	8809.528m
3+107.303m	188.308m	-3.01%	-0.14%	2.87%	Concavo	275.567m	96.124	9612.392m
4+105.319m	186.923m	-0.14%	-0.10%	0.04%	Concavo	145.758m	3999.134	399913.408m

Tabella 2 - Elementi geometrici di tracciato altimetrico

4.6.2. Asse direzione CUNEO

Tipo	Progr. I. (m)	Progr. F. (m)	Sviluppo (m)	Raggio (m)	Parametr o A	Raggio I. (m)	Raggio F. (m)	Verso	Pt dx (%)	Pt sx (%)	Vp (Km/h)
RETTIFILO	0.000	230.803	230.803	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120.000	120.000
CLOTOIDE	230.803	420.979	190.176	560.509	0.000	1652.000	Sx	0.000	0.000	120.000	120.000
ARCO	420.979	747.830	326.850	0.000	1652.000	1652.000	Sx	3.918	-3.918	120.000	120.000
CLOTOIDE	747.830	938.005	190.176	560.509	1652.000	0.000	Sx	0.000	0.000	120.000	120.000
RETTIFILO	938.005	956.806	18.801	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120.000	120.000
CLOTOIDE	956.806	1287.231	330.425	573.099	0.000	994.000	Dx	0.000	0.000	120.000	120.000
ARCO	1287.231	1433.926	146.695	0.000	994.000	994.000	Dx	-5.423	5.423	120.000	120.000
CLOT. FLESSO E	1433.926	1654.959	221.033	468.729	994.000	0.000	Dx	0.000	0.000	120.000	120.000
CLOT. FLESSO U	1654.959	1800.046	145.087	426.117	0.000	1251.500	Sx	0.000	0.000	120.000	120.000
ARCO	1800.046	2624.098	824.052	0.000	1251.500	1251.500	Sx	4.680	-4.680	120.000	120.000
CLOTOIDE	2624.098	2809.564	185.466	481.779	1251.500	0.000	Sx	0.000	0.000	120.000	120.000
RETTIFILO	2809.564	3901.999	1092.435	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120.000	120.000
CLOTOIDE	3901.999	4109.250	207.251	510.000	0.000	1255.000	Dx	0.000	0.000	120.000	120.000
ARCO	4109.250	4716.623	607.373	0.000	1255.000	1255.000	Dx	-4.672	4.672	120.000	120.000
CLOTOIDE	4716.623	4923.874	207.251	510.000	1255.000	0.000	Dx	0.000	0.000	120.000	120.000
RETTIFILO	4923.874	5220.614	296.739	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120.000	120.000

Tabella 3 - Elementi geometrici di tracciato con riferimento alle progressive stradali

PK vertice	Quota vertice	Pendenza iniziale	Pendenza finale	Δi	Tipo di raccordo	Lunghezza raccordo	K	Raggio raccordo
0+805.982m	187.927m	0.10%	0.14%	0.04%	Concavo	146.643m	3999.134	399913.408m
1+814.676m	189.329m	0.14%	3.01%	2.87%	Concavo	275.546m	96.124	9612.392m
2+124.718m	198.647m	3.01%	0.40%	2.60%	Convesso	229.463m	88.095	8809.528m
2+512.224m	200.201m	0.40%	3.50%	3.10%	Concavo	280.687m	90.568	9056.814m
3+144.934m	222.345m	3.50%	0.29%	3.21%	Convesso	303.190m	94.584	9458.426m
3+813.744m	224.315m	0.29%	-2.31%	2.60%	Convesso	255.501m	98.18	9817.976m
4+532.810m	207.720m	-2.31%	-0.23%	2.07%	Concavo	402.516m	194.088	19408.772m

Tabella 4 - Elementi geometrici di tracciato altimetrico

4.7. VERIFICHE DI RISPONDENZA NORMATIVA

4.7.1. Verifica delle caratteristiche planimetriche

La verifica delle caratteristiche planimetriche è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

- **Raggio minimo delle curve planimetriche.**

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che risulta pari a 339 metri.

- **Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:**

$$\text{per } L < 300 \text{ m} \quad R \geq L$$

$$\text{per } L \geq 300 \text{ m} \quad R \geq 400 \text{ m}$$

- **Compatibilità tra i raggi di due curve successive.**

La verifica è stata eseguita solo nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve di raggio più piccolo facendo riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in Figura 14;

Lunghezza massima dei rettifili:

$$L_{\max} = 22 \cdot V_{p,\max} = 2640 \text{ m}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità di progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

- **Lunghezza minima dei rettifili.**

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

V_p [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
L_{\min} [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Tabella 5 - Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

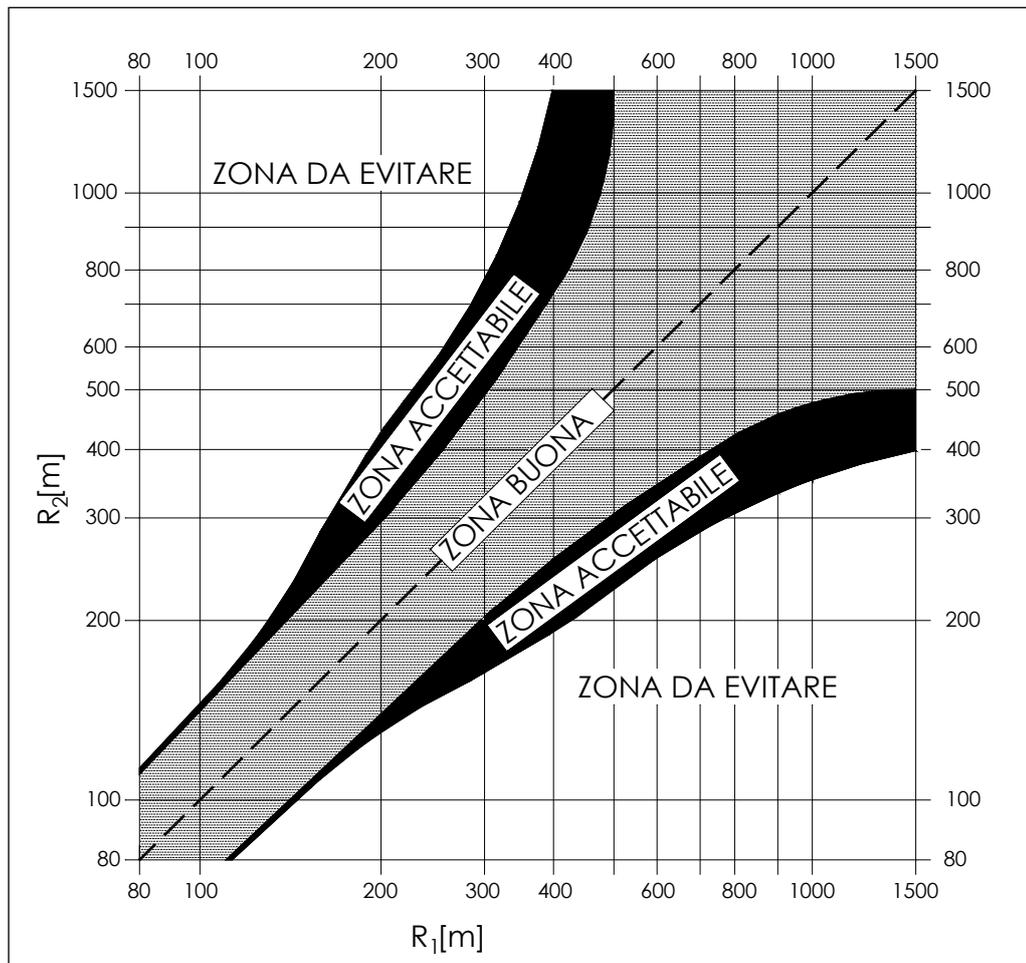


Figura 14 – Abaco di Koppel (DM 05/ 11/01)

- **Congruenza del diagramma delle velocità.**

La norma prevede che per $V_{p,max} \leq 120$ km/h nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 5 km/h. Inoltre, fra due curve successive (nel caso di $V_{p1} > V_{p2}$) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 10 km/h.

- **Lunghezza minima delle curve circolari.**

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min} = 2.5 \cdot V_P$$

con V_P in m/s ed $L_{c,min}$ in m.

- **Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)**

Criterio 1 (Limitazione del contraccollo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccollo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccolpo;
- v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- q_i = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- q_f = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$ si ottiene:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{\min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

Il DM 6792/2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di A_{\min} diventa, in questo caso:

$$A_{\min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i |q_i + q_f|}$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- Δi_{\max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;
- $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale
- $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$ con i_{cf} = pendenza trasversale finale
- $|q_i + q_f|$ è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i \cdot (|q_i| - |q_f|)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \cdot \frac{\Delta j_{\max}}{100}}}$$

Criterio 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione:

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove R_1 è il raggio minore ed R_2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

4.7.2. Asse direzione ASTI

Dati generali sul tracciato 2.6a_AT							

Progressiva Iniziale (m): -316.0552				Lunghezza (m) : 5220.9260			
Progressiva Finale (m): 4904.8708							
Strada Tipo : B1 Strada extraurbana principale (2+2 corsie)							
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 70 <= Vp <= 120							

Rettifilo 1 ProgI -316.0552 - ProgF -6.5750							

Coordinate P.to Iniziale X:		11954.4598		Coordinate P.to Finale X:		12258.1525	
Y:		46171.7055		Y:		46231.2768	

Lunghezza :		309.4802		Azimut :		168.9020	

Vp (Km/h) = 120.0							
L >= Lmin = 250.0000 OK							
L <= Lmax = 2640.0000 OK							
Rsucc = 1251.5000 Rsucc >= Rmin = 400.0000 OK							

Curva 2 Sinistra ProgI -6.5750 - ProgF 992.7570							

Coordinate vertice X:		12763.4521		Coordinate I punto Tg X:		12258.1525	
Y:		46330.3946		Coordinate I punto Tg Y:		46231.2768	
Coordinate vertice Y:		46330.3946		Coordinate II punto Tg X:		13106.0732	
				Coordinate II punto Tg Y:		46714.7939	

Tangente Prim. 1:		421.0650		TT1 Tangente 1:		514.9291	
Tangente Prim. 2:		421.0650		TT2 Tangente 2:		514.9291	
Alfa Ang. al Vert.:		37.1908		Numero Archi :		1	

Clotoide in entrata ProgI -6.5750 - ProgF 180.4049							

Coordinate vertice X:		12380.5104		Coordinate I punto Tg X:		12258.1525	
Y:		46255.2781		Coordinate I punto Tg Y:		46231.2768	
Coordinate vertice Y:		46255.2781		Coordinate II punto Tg X:		12440.6375	
				Coordinate II punto Tg Y:		46271.8152	

Raggio :		1251.5000		Angolo :		175.7199	
Parametro N :		1.0000		Tangente lunga :		124.6897	
Parametro A :		483.7410		Tangente corta :		62.3598	
Scostamento :		1.1638		Sviluppo :		186.9799	
Pti (%) :		-2.5		Ptf (%) :		4.7	

Vp (Km/h) = 120.0							
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 135.000 OK							
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 244.800 OK							
A >= R/3 = 417.200 OK							
A <= R =1251.500 OK							
A/Au = 1.000		A/Au >= 2/3 = 0.670 OK		A/Au = 1.000		A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	

Arco ProgI 180.4049 - ProgF 805.7772							

Coordinate vertice X:	12748.5626	Coordinate I punto Tg X:	12440.6375
Coordinate vertice Y:	46356.5056	Coordinate I punto Tg Y:	46271.8152
Coordinate centro curva X:	12108.7540	Coordinate II punto Tg X:	12978.2565
Coordinate centro curva Y:	47478.5072	Coordinate II punto Tg Y:	46578.3863
Raggio :	1251.5000	Angolo al vertice :	151.3694
Tangente :	319.3592	Sviluppo :	625.3722
Saetta :	38.8594	Corda :	618.8861
Pt (%) :	4.7		
Vp (Km/h) = 120.0			
R >= Rmin =	175.376 OK		
Sv >= Smin =	83.330 OK		
Pt >= Ptmin =	4.680 OK		

Clotoide in uscita ProgI 805.7772 - ProgF 992.7570			
Coordinate vertice X:	13023.1077	Coordinate I punto Tg X:	12978.2565
Coordinate vertice Y:	46621.7119	Coordinate I punto Tg Y:	46578.3863
Coordinate vertice X:		Coordinate II punto Tg X:	13106.0732
Coordinate vertice Y:		Coordinate II punto Tg Y:	46714.7939
Raggio :	1251.5000	Angolo :	175.7199
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	124.6897
Parametro A :	483.7410	Tangente corta :	62.3598
Scostamento :	1.1638	Sviluppo :	186.9799
Pti (%) :	4.7	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 120.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 135.000 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 244.800 OK		
A >= R/3	= 417.200 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	=1251.500 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 3 ProgI 992.7570 - ProgF 2078.0517			
Coordinate P.to Iniziale X:	13106.0732	Coordinate P.to Finale X:	13828.2014
Coordinate P.to Iniziale Y:	46714.7939	Coordinate P.to Finale Y:	47524.9762
Lunghezza :	1085.2947	Azimut :	131.7111
Vp (Km/h) = 120.0			
L >= Lmin =	250.0000 OK	Rprec = 1251.5000	Rprec >= Rmin = 400.0000 OK
L <= Lmax =	2640.0000 OK	Rsucc = 1246.9500	Rsucc >= Rmin = 400.0000 OK

Clotoide 4 ProgI 2078.0517 - ProgF 2303.3082			
Coordinate vertice X:	13928.1642	Coordinate I punto Tg X:	13828.2014
Coordinate vertice Y:	47637.1282	Coordinate I punto Tg Y:	47524.9762
Coordinate vertice X:		Coordinate II punto Tg X:	13983.0191
Coordinate vertice Y:		Coordinate II punto Tg Y:	47688.4852
Raggio :	1246.9500	Angolo :	174.8249
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	150.2352
Parametro A :	529.9845	Tangente corta :	75.1439
Scostamento :	1.6950	Sviluppo :	225.2565
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	4.7
Vp (Km/h) = 120.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 258.700 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 135.000 OK		
A >= R/3	= 415.700 OK	A/Au = 1.070	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	=1247.000 OK	A/Au = 1.070	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Curva 5 Destra ProgI 2303.3082 - ProgF 3080.7409			
Coordinate vertice X:	14276.3451	Coordinate I punto Tg X:	13983.0191
Coordinate vertice Y:	47963.1069	Coordinate I punto Tg Y:	47688.4852
Coordinate vertice X:		Coordinate II punto Tg X:	14674.8233
Coordinate vertice Y:		Coordinate II punto Tg Y:	48014.8015

Tangente Prim. 1:	401.8174	TT1 Tangente 1:	401.8174
Tangente Prim. 2:	401.8174	TT2 Tangente 2:	401.8174
Alfa Ang. al Vert.:	35.7221	Numero Archi :	1

Arco ProgI 2303.3082 - ProgF 3080.7409			
Coordinate vertice X:	14276.3451	Coordinate I punto Tg X:	13983.0191
Coordinate vertice Y:	47963.1069	Coordinate I punto Tg Y:	47688.4852
Coordinate centro curva X:	14835.2459	Coordinate II punto Tg X:	14674.8233
Coordinate centro curva Y:	46778.2139	Coordinate II punto Tg Y:	48014.8015
Raggio :	1246.9500	Angolo al vertice :	144.2779
Tangente :	401.8174	Sviluppo :	777.4327
Saetta :	60.0989	Corda :	764.9022
Pt (%) :	4.7		
Vp (Km/h) = 120.0			
R >= Rmin =	175.376 OK	R =	1246.950
Sv >= Smin =	83.330 OK	R >= Rmins =	474.850 OK
Pt >= Ptmin =	4.691 OK	R <= Rmaxs =	100000.000 OK

Clotoide 6 ProgI 3080.7409 - ProgF 3278.1777			
Coordinate vertice X:	14740.1276	Coordinate I punto Tg X:	14674.8233
Coordinate vertice Y:	48023.2734	Coordinate I punto Tg Y:	48014.8015
		Coordinate II punto Tg X:	14871.6319
		Coordinate II punto Tg Y:	48029.8333
Raggio :	1246.9500	Angolo :	175.4640
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	131.6678
Parametro A :	496.1792	Tangente corta :	65.8516
Scostamento :	1.3023	Sviluppo :	197.4368
Pti (%) :	-4.7	Ptf (%) :	0.0
Vp (Km/h) = 120.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 206.500 OK	A1/A2 =	1.250
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 197.500 OK	A1/A2 >= 2/3	= 0.670 OK
A >= R/3	= 415.700 OK	A1/A2 <= 3/2	= 1.500 OK
A <= R	=1247.000 OK	Ae/A >= 2/3	= 0.670 OK
		Ae/A <= 3/2	= 1.500 OK

Clotoide 7 ProgI 3278.1777 - ProgF 3435.8364			
Coordinate vertice X:	14976.6413	Coordinate I punto Tg X:	15028.7903
Coordinate vertice Y:	48035.0714	Coordinate I punto Tg Y:	48041.8213
		Coordinate II punto Tg X:	14871.6319
		Coordinate II punto Tg Y:	48029.8333
Raggio :	999.4000	Angolo :	175.4807
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	105.1400
Parametro A :	396.9434	Tangente corta :	52.5840
Scostamento :	1.0361	Sviluppo :	157.6586
Pti (%) :	-4.7	Ptf (%) :	0.0
Vp (Km/h) = 120.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 206.500 OK	A1/A2 =	1.250
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 197.500 OK	A1/A2 >= 2/3	= 0.670 OK
A >= R/3	= 415.700 OK	A1/A2 <= 3/2	= 1.500 OK
A <= R	=1247.000 OK	Ae/A >= 2/3	= 0.670 OK
		Ae/A <= 3/2	= 1.500 OK

Curva 8 Sinistra ProgI 3435.8364 - ProgF 3646.2032			
Coordinate vertice X:	15133.4905	Coordinate I punto Tg X:	15028.7903
Coordinate vertice Y:	48055.3731	Coordinate I punto Tg Y:	48041.8213
		Coordinate II punto Tg X:	15233.0481
		Coordinate II punto Tg Y:	48090.5020
Tangente Prim. 1:	105.5735	TT1 Tangente 1:	105.5735
Tangente Prim. 2:	105.5735	TT2 Tangente 2:	105.5735
Alfa Ang. al Vert.:	12.0604	Numero Archi :	1

Arco ProgI 3435.8364 - ProgF 3646.2032					
Coordinate vertice	X:	15133.4905	Coordinate I punto Tg	X:	15028.7903
Coordinate vertice	Y:	48055.3731	Coordinate I punto Tg	Y:	48041.8213
Coordinate centro curva	X:	14900.5042	Coordinate II punto Tg	X:	15233.0481
Coordinate centro curva	Y:	49032.9535	Coordinate II punto Tg	Y:	48090.5020
Raggio	:	999.4000	Angolo al vertice	:	167.9396
Tangente	:	105.5735	Sviluppo	:	210.3668
Saetta	:	5.5300	Corda	:	209.9787
Pt (%)	:	5.4			
Vp (Km/h) = 120.0					
R >= Rmin	=	175.376 OK	R	=	999.400
Sv >= Smin	=	83.330 OK	R >= Rminp	=	487.350 OK
Pt >= Ptmin	=	5.404 OK	R <= Rmaxp	=	100000.000 OK

Clotoide 9 ProgI 3646.2032 - ProgF 3922.1338					
Coordinate vertice	X:	15319.9416	Coordinate I punto Tg	X:	15233.0481
Coordinate vertice	Y:	48121.1623	Coordinate I punto Tg	Y:	48090.5020
			Coordinate II punto Tg	X:	15483.5032
			Coordinate II punto Tg	Y:	48205.7454
Raggio	:	999.4000	Angolo	:	172.0904
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	184.1377
Parametro A	:	525.1334	Tangente corta	:	92.1441
Scostamento	:	3.1721	Sviluppo	:	275.9306
Pti (%)	:	5.4	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	=	163.300 OK	Ae/A	=	0.760
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	=	229.500 OK	Ae/A >= 2/3	=	0.670 OK
A >= R/3	=	333.100 OK	Ae/A	=	0.760
A <= R	=	999.400 OK	Ae/A <= 3/2	=	1.500 OK

Rettifilo 10 ProgI 3922.1338 - ProgF 3968.2326					
Coordinate P.to Iniziale	X:	15483.5032	Coordinate P.to Finale	X:	15524.4508
	Y:	48205.7454		Y:	48226.9207
Lunghezza	:	46.0988	Azimut	:	152.6550
Vp (Km/h) = 120.0					
	=	0.0000	Rprec	=	999.4000
L <= Lmax	=	2640.0000 OK	Rprec > Rmin	=	46.1000 OK
			Rsucc	=	1648.0000
			Rsucc > Rmin	=	46.1000 OK

Curva 11 Destra ProgI 3968.2326 - ProgF 4673.9522					
Coordinate vertice	X:	15839.8878	Coordinate I punto Tg	X:	15524.4508
Coordinate vertice	Y:	48390.0435	Coordinate I punto Tg	Y:	48226.9207
			Coordinate II punto Tg	X:	16190.2251
			Coordinate II punto Tg	Y:	48448.1238
Tangente Prim. 1:		260.0130	TT1 Tangente 1:		355.1190
Tangente Prim. 2:		260.0130	TT2 Tangente 2:		355.1190
Alfa Ang. al Vert.:		17.9319	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata ProgI 3968.2326 - ProgF 4158.1779					
Coordinate vertice	X:	15636.9506	Coordinate I punto Tg	X:	15524.4508
Coordinate vertice	Y:	48285.0980	Coordinate I punto Tg	Y:	48226.9207
			Coordinate II punto Tg	X:	15694.7908
			Coordinate II punto Tg	Y:	48310.9022
Raggio	:	1648.0000	Angolo	:	176.6981
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	126.6523
Parametro A	:	559.4908	Tangente corta	:	63.3351
Scostamento	:	0.9121	Sviluppo	:	189.9453
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	3.9
Vp (Km/h) = 120.0					

A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 264.400 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 125.100 OK			
A >= R/3	= 549.300 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
A <= R	=1648.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	

 | Arco ProgI 4158.1779 - ProgF 4484.0069

Coordinate vertice X:	15844.0573	Coordinate I punto Tg X:	15694.7908
Coordinate vertice Y:	48377.4944	Coordinate I punto Tg Y:	48310.9022

Coordinate centro curva X:	16366.2239	Coordinate II punto Tg X:	16003.4963
Coordinate centro curva Y:	46805.8834	Coordinate II punto Tg Y:	48413.4694

Raggio :	1648.0000	Angolo al vertice :	168.6720
Tangente :	163.4473	Sviluppo :	325.8290
Saetta :	8.0460	Corda :	325.2985
Pt (%) :	3.9		

Vp (Km/h) = 120.0	
R >= Rmin =	175.376 OK
Sv >= Smin =	83.330 OK
Pt >= Ptmin =	3.924 OK

 | Clotoide in uscita ProgI 4484.0069 - ProgF 4673.9522

Coordinate vertice X:	16065.2782	Coordinate I punto Tg X:	16003.4963
Coordinate vertice Y:	48427.4096	Coordinate I punto Tg Y:	48413.4694

Coordinate vertice X:	16190.2251	Coordinate II punto Tg X:	16190.2251
Coordinate vertice Y:	48448.1238	Coordinate II punto Tg Y:	48448.1238

Raggio :	1648.0000	Angolo :	176.6981
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	126.6523
Parametro A :	559.4908	Tangente corta :	63.3351
Scostamento :	0.9121	Sviluppo :	189.9453
Pti (%) :	3.9	Ptf (%) :	-2.5

Vp (Km/h) = 120.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 264.400 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 125.100 OK		
A >= R/3	= 549.300 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	=1648.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

 | Rettifilo 12 ProgI 4673.9522 - ProgF 4904.8708

Coordinate P.to Iniziale X:	16190.2251	Coordinate P.to Finale X:	16418.0343
Coordinate P.to Iniziale Y:	48448.1238	Coordinate P.to Finale Y:	48485.8909

Lunghezza :	230.9186	Azimut :	170.5869
-------------	----------	----------	----------

Vp (Km/h) = 120.0			
L >= Lmin =	250.0000 No	Rprec = 1648.0000	Rprec > Rmin = 230.9200 OK
L <= Lmax =	2640.0000 OK		

4.7.3. Asse direzione CUNEO

Dati generali sul tracciato 2.6a_CN	
Progressiva Iniziale (m): 0.0000	Lunghezza (m) : 5220.6137
Progressiva Finale (m): 5220.6137	
Strada Tipo : B1 Strada extraurbana principale (2+2 corsie)	
Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 70 <= Vp <= 120	

Rettifilo 1 ProgI 0.0000 - ProgF 230.8034			
Coordinate P.to Iniziale X:	16417.3801	Coordinate P.to Finale X:	16189.6846
Y:	48489.8370	Y:	48452.0888
Lunghezza :	230.8034	Azimut :	350.5869
Vp (Km/h) =	120.0		
L >= Lmin =	250.0000 No		
L <= Lmax =	2640.0000 OK	Rsucc =	1652.0000 Rsucc > Rmin = 230.8000 OK

Curva 2 Sinistra ProgI 230.8034 - ProgF 938.0053			
Coordinate vertice X:	15838.6110	Coordinate I punto Tg X:	16189.6846
		Coordinate I punto Tg Y:	48452.0888
Coordinate vertice Y:	48393.8864	Coordinate II punto Tg X:	15522.5111
		Coordinate II punto Tg Y:	48230.4208
Tangente Prim. 1:	260.6441	TT1 Tangente 1:	355.8654
Tangente Prim. 2:	260.6441	TT2 Tangente 2:	355.8654
Alfa Ang. al Vert.:	17.9319	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 230.8034 - ProgF 420.9791			
Coordinate vertice X:	16064.5862	Coordinate I punto Tg X:	16189.6846
		Coordinate I punto Tg Y:	48452.0888
Coordinate vertice Y:	48431.3494	Coordinate II punto Tg X:	16002.7283
		Coordinate II punto Tg Y:	48417.3967
Raggio :	1652.0000	Angolo :	176.7021
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	126.8058
Parametro A :	560.5090	Tangente corta :	63.4119
Scostamento :	0.9121	Sviluppo :	190.1758
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	3.9
Vp (Km/h) =	120.0		
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 75.000 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 265.900 OK		
A >= R/3	= 550.700 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	=1652.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 420.9791 - ProgF 747.8296			
Coordinate vertice X:	15842.7862	Coordinate I punto Tg X:	16002.7283
Coordinate vertice Y:	48381.3199	Coordinate I punto Tg Y:	48417.3967
Coordinate centro curva X:	16366.2239	Coordinate II punto Tg X:	15693.0558
Coordinate centro curva Y:	46805.8834	Coordinate II punto Tg Y:	48314.5082
Raggio :	1652.0000	Angolo al vertice :	168.6640
Tangente :	163.9604	Sviluppo :	326.8504
Saetta :	8.0769	Corda :	326.3176
Pt (%) :	3.9		
Vp (Km/h) =	120.0		
R >= Rmin =	175.376 OK		
Sv >= Smin =	83.330 OK		
Pt >= Ptmin =	3.918 OK		

Clotoide in uscita ProgI 747.8296 - ProgF 938.0053								
Coordinate vertice	X:	15635.1473	Coordinate I punto Tg	X:	15693.0558	Coordinate I punto Tg	Y:	48314.5082
Coordinate vertice	Y:	48288.6687	Coordinate II punto Tg	X:	15522.5111	Coordinate II punto Tg	Y:	48230.4208
Raggio	:	1652.0000	Angolo	:	176.7021			
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	126.8058			
Parametro A	:	560.5090	Tangente corta	:	63.4119			
Scostamento	:	0.9121	Sviluppo	:	190.1758			
Pti (%)	:	3.9	Ptf (%)	:	-2.5			
Vp (Km/h) = 120.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]		= 75.000 OK						
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)		= 265.900 OK						
A >= R/3		= 550.700 OK		Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK			
A <= R		=1652.000 OK		Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK			

Rettifilo 3 ProgI 938.0053 - ProgF 956.8060					
Coordinate P.to Iniziale	X:	15522.5111	Coordinate P.to Finale	X:	15505.8112
	Y:	48230.4208		Y:	48221.7848
Lunghezza	:	18.8007	Azimut	:	332.6550
Vp (Km/h) = 120.0					
= 0.0000		Rprec = 1652.0000	Rprec > Rmin =	18.8000 OK	
L <= Lmax = 2640.0000 OK		Rsucc = 994.0000	Rsucc > Rmin =	18.8000 OK	

Clotoide 4 ProgI 956.8060 - ProgF 1287.2313								
Coordinate vertice	X:	15309.8590	Coordinate I punto Tg	X:	15505.8112	Coordinate I punto Tg	Y:	48221.7848
Coordinate vertice	Y:	48120.4515	Coordinate II punto Tg	X:	15204.7259	Coordinate II punto Tg	Y:	48086.6527
Raggio	:	994.0000	Angolo	:	170.4769			
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	220.6031			
Parametro A	:	573.0992	Tangente corta	:	110.4324			
Scostamento	:	4.5721	Sviluppo	:	330.4252			
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	5.4			
Vp (Km/h) = 120.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]		= 256.100 OK						
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)		= 139.200 OK						
A >= R/3		= 331.300 OK		A/Au = 1.220	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK			
A <= R		= 994.000 OK		A/Au = 1.220	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK			

Curva 5 Destra ProgI 1287.2313 - ProgF 1433.9262					
Coordinate vertice	X:	15134.7712	Coordinate I punto Tg	X:	15204.7259
	Y:	48064.1633		Y:	48086.6527
Coordinate vertice	Y:	48064.1633	Coordinate II punto Tg	X:	15062.2699
				Y:	48052.2049
Tangente Prim. 1:	73.4809	TT1 Tangente	1:	73.4809	
Tangente Prim. 2:	73.4809	TT2 Tangente	2:	73.4809	
Alfa Ang. al Vert.:	8.4557	Numero Archi	:	1	

Arco ProgI 1287.2313 - ProgF 1433.9262					
Coordinate vertice	X:	15134.7712	Coordinate I punto Tg	X:	15204.7259
Coordinate vertice	Y:	48064.1633	Coordinate I punto Tg	Y:	48086.6527
Coordinate centro curva	X:	14900.5042	Coordinate II punto Tg	X:	15062.2699
Coordinate centro curva	Y:	49032.9535	Coordinate II punto Tg	Y:	48052.2049
Raggio	:	994.0000	Angolo al vertice	:	171.5443
Tangente	:	73.4809	Sviluppo	:	146.6950
Saetta	:	2.7049	Corda	:	146.5619
Pt (%)	:	5.4			

```

Vp (Km/h) = 120.0
R >= Rmin = 175.376 OK
Sv >= Smin = 83.330 OK
Pt >= Ptmin = 5.423 OK
R = 994.000 R >= Rmins = 487.570 OK
R R <= Rmaxs = 100000.000 OK
  
```

Clotoide 6 ProgI 1433.9262 - ProgF 1654.9591

```

Coordinate vertice X: 14989.4888 | Coordinate I punto Tg X: 15062.2699
Coordinate I punto Tg Y: 48052.2049
Coordinate vertice Y: 48040.2003 | Coordinate II punto Tg X: 14842.2395
Coordinate II punto Tg Y: 48032.4942

Raggio : 994.0000 Angolo : 173.6297
Parametro N : 1.0000 Tangente lunga : 147.4508
Parametro A : 468.7288 Tangente corta : 73.7645
Scostamento : 2.0470 Sviluppo : 221.0329
Pti (%) : -5.3 Ptf (%) : -1.0
  
```

```

Vp (Km/h) = 120.0
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 234.900 OK A1/A2 = 1.100 A1/A2 >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi*|Pti-Ptf|*100) = 168.100 OK A1/A2 = 1.100 A1/A2 <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3 = 331.300 OK Ae/A = 1.220 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R = 994.000 OK Ae/A = 1.220 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK
  
```

Clotoide 7 ProgI 1654.9591 - ProgF 1800.0456

```

Coordinate vertice X: 14745.6304 | Coordinate I punto Tg X: 14697.5464
Coordinate I punto Tg Y: 48022.1155
Coordinate vertice Y: 48027.4383 | Coordinate II punto Tg X: 14842.2395
Coordinate II punto Tg Y: 48032.4942

Raggio : 1251.5000 Angolo : 176.6788
Parametro N : 1.0000 Tangente lunga : 96.7414
Parametro A : 426.1171 Tangente corta : 48.3777
Scostamento : 0.7007 Sviluppo : 145.0865
Pti (%) : -5.3 Ptf (%) : -1.0
  
```

```

Vp (Km/h) = 120.0
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 234.900 OK A1/A2 = 1.100 A1/A2 >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi*|Pti-Ptf|*100) = 168.100 OK A1/A2 = 1.100 A1/A2 <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3 = 331.300 OK Ae/A = 1.220 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R = 994.000 OK Ae/A = 1.220 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK
  
```

Curva 8 Sinistra ProgI 1800.0456 - ProgF 2624.0978

```

Coordinate vertice X: 14272.5549 | Coordinate I punto Tg X: 14697.5464
Coordinate I punto Tg Y: 48022.1155
Coordinate vertice Y: 47975.0691 | Coordinate II punto Tg X: 13965.1992
Coordinate II punto Tg Y: 47677.8089

Tangente Prim. 1: 427.5876 TT1 Tangente 1: 427.5876
Tangente Prim. 2: 427.5876 TT2 Tangente 2: 427.5876
Alfa Ang. al Vert.: 37.7265 Numero Archi : 1
  
```

Arco ProgI 1800.0456 - ProgF 2624.0978

```

Coordinate vertice X: 14272.5549 | Coordinate I punto Tg X: 14697.5464
Coordinate vertice Y: 47975.0691 | Coordinate I punto Tg Y: 48022.1155
Coordinate centro curva X: 14835.2459 | Coordinate II punto Tg X: 13965.1992
Coordinate centro curva Y: 46778.2139 | Coordinate II punto Tg Y: 47677.8089

Raggio : 1251.5000 Angolo al vertice : 142.2735
Tangente : 427.5876 Sviluppo : 824.0522
Saetta : 67.2144 Corda : 809.2462
Pt (%) : 4.7
  
```

```

Vp (Km/h) = 120.0
R >= Rmin = 175.376 OK R = 1251.500 R >= Rminp = 473.500 OK
Sv >= Smin = 83.330 OK R R <= Rmaxp = 100000.000 OK
Pt >= Ptmin = 4.680 OK
  
```

Clotoide 9 ProgI 2624.0978 - ProgF 2809.5641			
Coordinate vertice X:	13920.7374	Coordinate I punto Tg X:	13965.1992
Coordinate vertice Y:	47634.8075	Coordinate I punto Tg Y:	47677.8089
		Coordinate II punto Tg X:	13838.4440
		Coordinate II punto Tg Y:	47542.4794
Raggio :	1251.5000	Angolo :	175.7545
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	123.6798
Parametro A :	481.7791	Tangente corta :	61.8544
Scostamento :	1.1450	Sviluppo :	185.4663
Pti (%) :	4.7	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 120.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 135.000 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 244.700 OK			
A >= R/3 = 417.200 OK			
A <= R = 1251.500 OK			
		Ae/A = 0.880	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
		Ae/A = 0.880	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 10 ProgI 2809.5641 - ProgF 3901.9994			
Coordinate P.to Iniziale X:	13838.4440	Coordinate P.to Finale X:	13111.5646
Coordinate P.to Iniziale Y:	47542.4794	Coordinate P.to Finale Y:	46726.9666
Lunghezza :	1092.4352	Azimut :	311.7111
Vp (Km/h) = 120.0			
L >= Lmin = 250.0000 OK			
L <= Lmax = 2640.0000 OK			
		Rprec = 1251.5000	Rprec >= Rmin = 400.0000 OK
		Rsucc = 1255.0000	Rsucc >= Rmin = 400.0000 OK

Curva 11 Destra ProgI 3901.9994 - ProgF 4923.8743			
Coordinate vertice X:	12761.3615	Coordinate I punto Tg X:	13111.5646
Coordinate vertice Y:	46334.0608	Coordinate I punto Tg Y:	46726.9666
		Coordinate II punto Tg X:	12244.8799
		Coordinate II punto Tg Y:	46232.7495
Tangente Prim. 1:	422.2426	TT1 Tangente 1:	526.3242
Tangente Prim. 2:	422.2426	TT2 Tangente 2:	526.3242
Alfa Ang. al Vert.:	37.1908	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 3901.9994 - ProgF 4109.2504			
Coordinate vertice X:	13019.5986	Coordinate I punto Tg X:	13111.5646
Coordinate vertice Y:	46623.7865	Coordinate I punto Tg Y:	46726.9666
		Coordinate II punto Tg X:	12969.5027
		Coordinate II punto Tg Y:	46576.1509
Raggio :	1255.0000	Angolo :	175.2691
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	138.2167
Parametro A :	510.0000	Tangente corta :	69.1286
Scostamento :	1.4257	Sviluppo :	207.2510
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	4.7
Vp (Km/h) = 120.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 258.800 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 134.800 OK			
A >= R/3 = 418.300 OK			
A <= R = 1255.000 OK			
		A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
		A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 4109.2504 - ProgF 4716.6233			
Coordinate vertice X:	12745.0294	Coordinate I punto Tg X:	12969.5027
Coordinate vertice Y:	46362.7016	Coordinate I punto Tg Y:	46576.1509
Coordinate centro curva X:	12104.6972	Coordinate II punto Tg X:	12447.0191
Coordinate centro curva Y:	47485.6213	Coordinate II punto Tg Y:	46278.2106
Raggio :	1255.0000	Angolo al vertice :	152.2710
Tangente :	309.7561	Sviluppo :	607.3730
Saetta :	36.5643	Corda :	601.4629
Pt (%) :	4.7		

Vp (Km/h) = 120.0					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 83.330 OK					
Pt >= Ptmin = 4.672 OK					

Clotoide in uscita	ProgI 4716.6233 - ProgF 4923.8743				

Coordinate vertice X:	12380.5119	Coordinate I punto Tg X:	12447.0191		
		Coordinate I punto Tg Y:	46278.2106		
Coordinate vertice Y:	46259.3546	Coordinate II punto Tg X:	12244.8799		
		Coordinate II punto Tg Y:	46232.7495		

Raggio :	1255.0000	Angolo :	175.2691		
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	138.2167		
Parametro A :	510.0000	Tangente corta :	69.1286		
Scostamento :	1.4257	Sviluppo :	207.2510		
Pti (%) :	4.7	Ptf (%) :	-2.5		

Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 258.800 OK				
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 134.800 OK				
A >= R/3	= 418.300 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK		
A <= R	=1255.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK		

Rettifilo 12	ProgI 4923.8743 - ProgF 5220.6137				

Coordinate P.to Iniziale X:	12244.8799	Coordinate P.to Finale X:	11953.6898		
	Y: 46232.7495		Y: 46175.6307		

Lunghezza :	296.7393	Azimut :	348.9020		

Vp (Km/h) = 120.0					
L >= Lmin = 250.0000 OK		Rprec = 1255.0000	Rprec > Rmin = 296.7400 OK		
L <= Lmax = 2640.0000 OK					

4.8. VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE

La verifica delle caratteristiche altimetriche è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

- **Pendenze longitudinali massime**

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo A (autostrada extraurbana), è pari al 5%.

- **Raccordi verticali convessi**

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

D = distanza di visibilità da realizzare [m]

Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma $h_1 = 1.10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0.10$ m

- **Raccordi verticali concavi**

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

– se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

– se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].

Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale

ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone, di norma $h = 0.5$ m e $\vartheta = 1^\circ$.

Di seguito una tabella riepilogativa con i dati di tracciamento e i risultati delle verifiche relative ai singoli elementi.

4.8.1. Asse direzione ASTI

Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):+0.29%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livelletta in normativa	0.29%	
Parabola n°1 - Raggio (m): 19408.77 - Concavo	Raggio Min	Parametri
Progressiva		385.20
Sviluppo (m)		390.21
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120
Distanza di arresto (m)		234.47
Raggio minimo da visibilità (m)	596.82	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		1670.25
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	19408.77	
Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):+2.30%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livelletta in normativa	2.30%	
Parabola n°2 - Raggio (m): 9817.98 - Convesso	Raggio Min	Parametri

Progressiva	1094.39	
Sviluppo (m)	254.68	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)	120	
Distanza di arresto (m)	156.9	
Raggio minimo da visibilità (m)	6606.20	
Distanza di visuale libera disponibile (m)	191.28	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	9817.98	
Livellotta n°3 - Pendenza (h/b):-0.29%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	-0.29%	
Parabola n°3 - Raggio (m): 9458.43 - Convesso	Raggio Min	Parametri
Progressiva	1775.27	
Sviluppo (m)	303.19	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)	120	
Distanza di arresto (m)	163.36	
Raggio minimo da visibilità (m)	7161.28	
Distanza di visuale libera disponibile (m)	187.75	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	9458.43	
Livellotta n°4 - Pendenza (h/b):-3.50%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	-3.50%	
Parabola n°4 - Raggio (m): 9056.81 - Concavo	Raggio Min	Parametri
Progressiva	2393.82	
Sviluppo (m)	280.69	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)	120	
Distanza di arresto (m)	259.44	
Raggio minimo da visibilità (m)	6273.68	
Distanza di visuale libera disponibile (m)	358.15	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	9056.81	
Livellotta n°5 - Pendenza (h/b):-0.40%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	-0.40%	
Parabola n°5 - Raggio (m): 8809.53 - Convesso	Raggio Min	Parametri
Progressiva	2781.22	
Sviluppo (m)	229.46	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)	120	
Distanza di arresto (m)	162.33	
Raggio minimo da visibilità (m)	7071.60	
Distanza di visuale libera disponibile (m)	181.19	
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	8809.53	
Livellotta n°6 - Pendenza (h/b):-3.01%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	-3.01%	

Parabola n°6 - Raggio (m): 9612.39 - Concavo	Raggio Min	Parametri
Progressiva		3107.30
Sviluppo (m)		275.57
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120
Distanza di arresto (m)		255.83
Raggio minimo da visibilità (m)	5772.10	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		396.46
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	9612.39	
Livellotta n°7 - Pendenza (h/b):-0.14%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	-0.14%	
Parabola n°7 - Raggio (m): 399913.41 - Concavo	Raggio Min	Parametri
Progressiva		4105.32
Sviluppo (m)		145.76
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120
Distanza di arresto (m)		236.99
Raggio minimo da visibilità (m)	-	
	56768253.95	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		-31.2
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	399913.41	
Livellotta n°8 - Pendenza (h/b):-0.10%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	-0.10%	

4.8.2. Asse direzione CUNEO

Livellotta n°1 - Pendenza (h/b):+0.10%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	0.10%	
Parabola n°1 - Raggio (m): 399913.41 - Concavo	Raggio Min	Parametri
Progressiva		805.98
Sviluppo (m)		146.64
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120
Distanza di arresto (m)		235.57
Raggio minimo da visibilità (m)	-	
	56466048.72	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		-31.2
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	399913.41	
Livellotta n°2 - Pendenza (h/b):+0.14%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	0.14%	
Parabola n°2 - Raggio (m): 9612.39 - Concavo	Raggio Min	Parametri
Progressiva		1814.68
Sviluppo (m)		275.55
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120

Distanza di arresto (m)		235.34
Raggio minimo da visibilità (m)	5212.59	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		396.46
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	96.12.39	
Livellotta n°3 - Pendenza (h/b):+3.01%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	3.01%	
Parabola n°3 - Raggio (m): 8809.53 - Convesso	Raggio Min	Parametri
Progressiva		2124.72
Sviluppo (m)		229.46
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120
Distanza di arresto (m)		155.61
Raggio minimo da visibilità (m)	6497.97	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		181.19
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	8809.53	
Livellotta n°4 - Pendenza (h/b):+0.40%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	0.40%	
Parabola n°4 - Raggio (m): 9056.81 - Concavo	Raggio Min	Parametri
Progressiva		2512.22
Sviluppo (m)		280.69
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120
Distanza di arresto (m)		233.83
Raggio minimo da visibilità (m)	5551.79	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		358.15
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	9056.81	
Livellotta n°5 - Pendenza (h/b):+3.50%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	3.50%	
Parabola n°5 - Raggio (m): 9458.43 - Convesso	Raggio Min	Parametri
Progressiva		3144.93
Sviluppo (m)		303.19
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120
Distanza di arresto (m)		155.82
Raggio minimo da visibilità (m)	6514.98	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		187.75
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	9458.43	
Livellotta n°6 - Pendenza (h/b):+0.29%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livellotta in normativa	0.29%	
Parabola n°6 - Raggio (m): 9817.98 - Convesso	Raggio Min	Parametri
Progressiva		3813.74
Sviluppo (m)		255.5

Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120
Distanza di arresto (m)		160.86
Raggio minimo da visibilità (m)	6943.20	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		191.28
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	9817.98	
Livelletta n°7 - Pendenza (h/b):-2.31%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livelletta in normativa	-2.31%	
Parabola n°7 - Raggio (m): 19408.77 - Concavo	Raggio Min	Parametri
Progressiva		4532.81
Sviluppo (m)		402.52
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)		120
Distanza di arresto (m)		250.89
Raggio minimo da visibilità (m)	1570.08	
Distanza di visuale libera disponibile (m)		1403.92
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	1857.60	
Parabola in normativa	19408.77	
Livelletta n°8 - Pendenza (h/b):-0.23%	Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):	5.00%	
Livelletta in normativa	-0.23%	

4.9. VERIFICHE DI VISIBILITÀ

Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade a carreggiate separate, con le seguenti distanze:

Distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

Le verifiche di visibilità per l'arresto consiste nel confrontare le distanze di visuale libera per l'arresto (determinate lungo l'intero sviluppo del tracciato sia in corsia di sorpasso che in corsia di marcia lenta adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0.10 m e collocando trasversalmente i punti di vista e di mira al centro della corsia) con le distanze di visuale libera per l'arresto calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale)

Il valore di aderenza adottato nel calcolo delle distanze di arresto è quello proposto dal D.M. 5/11/2001 (e precisati nello stesso testo della norma stessa, vedi anche **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), riferito a condizioni di strada bagnata.

Tuttavia si è inteso porsi nella situazione più gravosa per la stabilità del veicolo, intendendo in tal senso garantire i migliori standard di sicurezza per l'infrastruttura.

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_l Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34

Tabella 6 - DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 10 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [\text{m}]$$

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

Ra = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione dell'attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [\text{s}] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Il D.M. 5/11/2001 definisce un abaco di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante. Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.

4.10. RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI

I risultati delle verifiche sono riportati in forma Grafico/tabulare nell'apposito elaborato di progetto, nel quale sono rappresentati i 3 seguenti riquadri:

- Verifiche con criteri compositivi del tracciato;
- Diagramma di visibilità;
- Diagramma delle velocità compatibili.

Di seguito il tabulato con le verifiche svolte lungo il tracciato ad interesse di 10 m.

4.10.1. Distanze di visibilità e di visuale libera per l'arresto – Asse direzione ASTI

Station	Pend (%)	Vp (Km/h)	Corsia 1 (SX)			Corsia 2 (DX)		
			Dva	Da	Dva>Da	Dva	Da	Dva>Da
			(m)	(m)		(m)	(m)	
0+000.000	0.29%	120	214.34	174.25	si	294.36	174.25	si
0+020.000	0.29%	120	204.18	174.25	si	296.90	174.25	si
0+040.000	0.29%	120	195.48	174.25	si	720.00	174.25	si
0+060.000	0.29%	120	188.18	174.25	si	720.00	174.25	si
0+080.000	0.29%	120	182.89	174.25	si	720.00	174.25	si
0+100.000	0.29%	120	179.17	174.25	si	720.00	174.25	si
0+120.000	0.29%	120	176.75	174.25	si	720.00	174.25	si
0+140.000	0.29%	120	175.90	174.25	si	720.00	174.25	si
0+160.000	0.29%	120	487.46	174.25	si	720.00	174.25	si
0+180.000	0.29%	120	467.17	174.25	si	702.80	174.25	si
0+200.000	0.31%	120	445.80	171.67	si	680.83	171.67	si
0+220.000	0.39%	120	424.37	171.67	si	658.66	171.67	si
0+240.000	0.49%	120	402.99	171.67	si	636.37	171.67	si
0+260.000	0.60%	120	381.68	171.67	si	614.03	171.67	si
0+280.000	0.70%	120	360.42	171.67	si	591.62	171.67	si
0+300.000	0.80%	120	338.43	171.67	si	569.15	171.67	si
0+320.000	0.91%	120	316.46	171.67	si	546.62	171.67	si
0+340.000	1.01%	120	294.91	171.67	si	524.02	171.67	si
0+360.000	1.11%	120	273.75	171.67	si	501.35	171.67	si
0+380.000	1.22%	120	253.05	171.67	si	478.53	171.67	si
0+400.000	1.33%	120	233.04	171.67	si	455.56	171.67	si
0+420.000	1.42%	120	214.08	171.67	si	432.57	171.67	si
0+440.000	1.53%	120	197.11	171.67	si	409.11	171.67	si
0+460.000	1.63%	120	183.08	171.67	si	384.96	171.67	si
0+480.000	1.73%	120	180.26	171.67	si	360.76	171.67	si
0+500.000	1.83%	120	180.04	171.67	si	336.46	171.67	si
0+520.000	1.94%	120	179.70	171.67	si	312.44	171.67	si
0+540.000	2.04%	120	179.29	171.67	si	289.29	171.67	si
0+560.000	2.14%	120	178.82	171.67	si	269.02	171.67	si
0+580.000	2.25%	120	178.29	171.67	si	262.43	171.67	si
0+600.000	2.30%	120	177.69	169.20	si	262.93	169.20	si
0+620.000	2.30%	120	177.05	169.20	si	264.46	169.20	si
0+640.000	2.30%	120	176.37	169.20	si	267.72	169.20	si
0+660.000	2.30%	120	175.93	169.20	si	273.86	169.20	si
0+680.000	2.30%	120	176.25	169.20	si	284.82	169.20	si
0+700.000	2.30%	120	178.05	169.20	si	304.52	169.20	si
0+720.000	2.30%	120	182.15	169.20	si	342.58	169.20	si
0+740.000	2.30%	120	189.72	169.20	si	421.84	169.20	si
0+760.000	2.30%	120	203.10	169.20	si	407.66	169.20	si
0+780.000	2.30%	120	227.59	169.20	si	394.19	169.20	si
0+800.000	2.30%	120	284.88	169.20	si	381.46	169.20	si

0+820.000	2.30%	120	356.36	169.20	si	367.96	169.20	si
0+840.000	2.30%	120	343.72	169.20	si	355.04	169.20	si
0+860.000	2.30%	120	331.91	169.20	si	342.99	169.20	si
0+880.000	2.30%	120	321.63	169.20	si	331.78	169.20	si
0+900.000	2.30%	120	312.38	169.20	si	322.36	169.20	si
0+920.000	2.30%	120	305.48	169.20	si	314.81	169.20	si
0+940.000	2.30%	120	301.60	169.20	si	310.87	169.20	si
0+960.000	2.30%	120	303.17	169.20	si	312.49	169.20	si
0+980.000	2.23%	120	311.05	172.40	si	316.64	172.40	si
1+000.000	2.07%	120	329.00	172.40	si	329.00	172.40	si
1+020.000	1.86%	120	371.60	172.40	si	371.60	172.40	si
1+040.000	1.66%	120	475.20	172.40	si	475.20	172.40	si
1+060.000	1.45%	120	646.40	172.40	si	646.40	172.40	si
1+080.000	1.25%	120	689.40	172.40	si	689.40	172.40	si
1+100.000	0.97%	120	674.20	172.40	si	674.20	172.40	si
1+120.000	0.84%	120	658.60	172.40	si	658.60	172.40	si
1+140.000	0.64%	120	642.60	172.40	si	642.60	172.40	si
1+160.000	0.44%	120	626.20	172.40	si	626.20	172.40	si
1+180.000	0.23%	120	609.00	172.40	si	609.00	172.40	si
1+200.000	0.03%	120	591.40	172.40	si	591.40	172.40	si
1+220.000	-0.18%	120	573.00	172.40	si	573.00	172.40	si
1+240.000	-0.29%	120	554.20	175.80	si	554.20	175.80	si
1+260.000	-0.29%	120	535.60	175.80	si	535.60	175.80	si
1+280.000	-0.29%	120	517.00	175.80	si	517.00	175.80	si
1+300.000	-0.29%	120	498.80	175.80	si	498.80	175.80	si
1+320.000	-0.29%	120	480.60	175.80	si	480.60	175.80	si
1+340.000	-0.29%	120	462.60	175.80	si	462.60	175.80	si
1+360.000	-0.29%	120	445.00	175.80	si	445.00	175.80	si
1+380.000	-0.29%	120	427.60	175.80	si	427.60	175.80	si
1+400.000	-0.29%	120	410.60	175.80	si	410.60	175.80	si
1+420.000	-0.29%	120	394.00	175.80	si	394.00	175.80	si
1+440.000	-0.29%	120	377.80	175.80	si	377.80	175.80	si
1+460.000	-0.29%	120	362.60	175.80	si	362.60	175.80	si
1+480.000	-0.29%	120	348.00	175.80	si	348.00	175.80	si
1+500.000	-0.29%	120	334.40	175.80	si	334.40	175.80	si
1+520.000	-0.29%	120	322.00	175.80	si	322.00	175.80	si
1+540.000	-0.29%	120	311.20	175.80	si	311.20	175.80	si
1+560.000	-0.29%	120	302.00	175.80	si	302.00	175.80	si
1+580.000	-0.29%	120	295.00	175.80	si	295.00	175.80	si
1+600.000	-0.29%	120	290.60	175.80	si	290.60	175.80	si
1+620.000	-0.29%	120	288.60	175.80	si	288.60	175.80	si
1+640.000	-0.38%	120	288.60	180.27	si	288.60	180.27	si
1+660.000	-0.57%	120	290.60	180.27	si	290.60	180.27	si
1+680.000	-0.78%	120	297.00	180.27	si	297.00	180.27	si
1+700.000	-1.00%	120	311.60	180.27	si	311.60	180.27	si

1+720.000	-1.21%	120	341.73	180.27	si	341.72	180.27	si
1+740.000	-1.42%	120	407.98	180.27	si	402.53	180.27	si
1+760.000	-1.63%	120	600.28	180.27	si	546.71	180.27	si
1+780.000	-1.92%	120	584.24	180.27	si	527.87	180.27	si
1+800.000	-2.05%	120	579.10	180.27	si	509.17	180.27	si
1+820.000	-2.26%	120	720.00	180.27	si	490.61	180.27	si
1+840.000	-2.48%	120	720.00	180.27	si	472.22	180.27	si
1+860.000	-2.69%	120	720.00	180.27	si	454.02	180.27	si
1+880.000	-2.90%	120	720.00	180.27	si	436.06	180.27	si
1+900.000	-3.11%	120	720.00	180.27	si	418.37	180.27	si
1+920.000	-3.32%	120	720.00	180.27	si	400.91	180.27	si
1+940.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	385.01	185.09	si
1+960.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	720.00	185.09	si
1+980.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	720.00	185.09	si
2+000.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	720.00	185.09	si
2+020.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	720.00	185.09	si
2+040.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	720.00	185.09	si
2+060.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	720.00	185.09	si
2+080.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	701.01	185.09	si
2+100.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	676.52	185.09	si
2+120.000	-3.50%	120	720.00	185.09	si	651.92	185.09	si
2+140.000	-3.50%	120	698.51	185.09	si	628.14	185.09	si
2+160.000	-3.50%	120	671.21	185.09	si	604.72	185.09	si
2+180.000	-3.50%	120	645.05	185.09	si	581.45	185.09	si
2+200.000	-3.50%	120	619.05	185.09	si	556.00	185.09	si
2+220.000	-3.50%	120	590.73	185.09	si	530.23	185.09	si
2+240.000	-3.50%	120	563.65	185.09	si	505.29	185.09	si
2+260.000	-3.46%	120	535.48	180.43	si	480.70	180.43	si
2+280.000	-3.32%	120	507.34	180.43	si	453.52	180.43	si
2+300.000	-3.10%	120	480.67	180.43	si	427.86	180.43	si
2+320.000	-2.88%	120	452.91	180.43	si	403.37	180.43	si
2+340.000	-2.66%	120	426.57	180.43	si	379.21	180.43	si
2+360.000	-2.43%	120	401.40	180.43	si	353.92	180.43	si
2+380.000	-2.21%	120	376.37	180.43	si	329.98	180.43	si
2+400.000	-1.92%	120	352.66	180.43	si	306.63	180.43	si
2+420.000	-1.77%	120	330.86	180.43	si	283.13	180.43	si
2+440.000	-1.55%	120	310.55	180.43	si	259.10	180.43	si
2+460.000	-1.33%	120	294.66	180.43	si	233.62	180.43	si
2+480.000	-1.11%	120	293.44	180.43	si	221.03	180.43	si
2+500.000	-0.89%	120	293.44	180.43	si	221.03	180.43	si
2+520.000	-0.67%	120	293.44	180.43	si	221.03	180.43	si
2+540.000	-0.40%	120	293.44	176.08	si	221.03	176.08	si
2+560.000	-0.40%	120	293.44	176.08	si	221.03	176.08	si
2+580.000	-0.40%	120	293.44	176.08	si	221.03	176.08	si
2+600.000	-0.40%	120	293.44	176.08	si	221.02	176.08	si

2+620.000	-0.40%	120	293.44	176.08	si	221.02	176.08	si
2+640.000	-0.40%	120	293.44	176.08	si	221.02	176.08	si
2+660.000	-0.40%	120	293.45	176.08	si	221.02	176.08	si
2+680.000	-0.48%	120	293.45	179.71	si	221.02	179.71	si
2+700.000	-0.67%	120	293.45	179.71	si	221.02	179.71	si
2+720.000	-0.89%	120	293.51	179.71	si	221.02	179.71	si
2+740.000	-1.12%	120	294.50	179.71	si	221.02	179.71	si
2+760.000	-1.35%	120	293.73	179.71	si	221.20	179.71	si
2+780.000	-1.58%	120	293.62	179.71	si	221.71	179.71	si
2+800.000	-1.81%	120	720.00	179.71	si	221.85	179.71	si
2+820.000	-2.03%	120	720.00	179.71	si	221.42	179.71	si
2+840.000	-2.26%	120	720.00	179.71	si	720.00	179.71	si
2+860.000	-2.48%	120	720.00	179.71	si	720.00	179.71	si
2+880.000	-2.71%	120	720.00	179.71	si	720.00	179.71	si
2+900.000	-3.01%	120	720.00	183.56	si	720.00	183.56	si
2+920.000	-3.01%	120	720.00	183.56	si	720.00	183.56	si
2+940.000	-3.01%	120	720.00	183.56	si	720.00	183.56	si
2+960.000	-3.01%	120	719.36	183.56	si	720.00	183.56	si
2+980.000	-2.95%	120	689.47	179.34	si	720.00	179.34	si
3+000.000	-2.79%	120	657.32	179.34	si	720.00	179.34	si
3+020.000	-2.58%	120	618.01	179.34	si	720.00	179.34	si
3+040.000	-2.38%	120	566.57	179.34	si	720.00	179.34	si
3+060.000	-2.17%	120	516.92	179.34	si	694.69	179.34	si
3+080.000	-1.96%	120	466.35	179.34	si	667.24	179.34	si
3+100.000	-1.75%	120	418.00	179.34	si	640.88	179.34	si
3+120.000	-1.51%	120	328.77	179.34	si	614.75	179.34	si
3+140.000	-1.34%	120	306.58	179.34	si	577.18	179.34	si
3+160.000	-1.13%	120	285.29	179.34	si	350.24	179.34	si
3+180.000	-0.92%	120	264.96	179.34	si	331.22	179.34	si
3+200.000	-0.71%	120	245.74	179.34	si	315.17	179.34	si
3+220.000	-0.50%	120	227.78	179.34	si	301.30	179.34	si
3+240.000	-0.30%	120	211.44	179.34	si	288.81	179.34	si
3+260.000	-0.14%	120	197.87	175.38	si	278.83	175.38	si
3+280.000	-0.14%	120	186.97	175.38	si	270.01	175.38	si
3+300.000	-0.14%	120	182.71	175.38	si	263.38	175.38	si
3+320.000	-0.14%	120	181.09	175.38	si	259.18	175.38	si
3+340.000	-0.14%	120	180.01	175.38	si	263.82	175.38	si
3+360.000	-0.14%	120	179.07	175.38	si	289.92	175.38	si
3+380.000	-0.14%	120	178.46	175.38	si	350.23	175.38	si
3+400.000	-0.14%	120	178.06	175.38	si	335.17	175.38	si
3+420.000	-0.14%	120	177.76	175.38	si	321.40	175.38	si
3+440.000	-0.14%	120	177.86	175.38	si	308.28	175.38	si
3+460.000	-0.14%	120	177.97	175.38	si	293.96	175.38	si
3+480.000	-0.14%	120	178.05	175.38	si	281.55	175.38	si
3+500.000	-0.14%	120	178.32	175.38	si	271.56	175.38	si

3+520.000	-0.14%	120	179.15	175.38	si	265.81	175.38	si
3+540.000	-0.14%	120	180.90	175.38	si	266.28	175.38	si
3+560.000	-0.14%	120	183.74	175.38	si	275.03	175.38	si
3+580.000	-0.14%	120	187.90	175.38	si	288.03	175.38	si
3+600.000	-0.14%	120	193.52	175.38	si	306.64	175.38	si
3+620.000	-0.14%	120	200.82	175.38	si	336.28	175.38	si
3+640.000	-0.14%	120	209.48	175.38	si	393.91	175.38	si
3+660.000	-0.14%	120	221.20	175.38	si	648.89	175.38	si
3+680.000	-0.14%	120	238.08	175.38	si	566.84	175.38	si
3+700.000	-0.14%	120	269.01	175.38	si	541.81	175.38	si
3+720.000	-0.14%	120	720.00	175.38	si	517.23	175.38	si
3+740.000	-0.14%	120	700.27	175.38	si	493.37	175.38	si
3+760.000	-0.14%	120	684.96	175.38	si	470.49	175.38	si
3+780.000	-0.14%	120	676.59	175.38	si	448.59	175.38	si
3+800.000	-0.14%	120	582.70	175.38	si	427.70	175.38	si
3+820.000	-0.14%	120	565.25	175.38	si	407.85	175.38	si
3+840.000	-0.14%	120	551.95	175.38	si	389.06	175.38	si
3+860.000	-0.14%	120	543.11	175.38	si	371.39	175.38	si
3+880.000	-0.14%	120	538.93	175.38	si	354.89	175.38	si
3+900.000	-0.14%	120	527.85	175.38	si	339.65	175.38	si
3+920.000	-0.14%	120	466.47	175.38	si	324.88	175.38	si
3+940.000	-0.14%	120	471.32	175.38	si	311.27	175.38	si
3+960.000	-0.14%	120	494.76	175.38	si	299.21	175.38	si
3+980.000	-0.14%	120	534.43	175.38	si	287.90	175.38	si
4+000.000	-0.14%	120	604.60	175.38	si	278.73	175.38	si
4+020.000	-0.14%	120	601.10	175.38	si	271.13	175.38	si
4+040.000	-0.14%	120	582.56	175.33	si	268.79	175.33	si
4+060.000	-0.13%	120	564.31	175.33	si	274.88	175.33	si
4+080.000	-0.13%	120	546.45	175.33	si	267.16	175.33	si
4+100.000	-0.12%	120	529.03	175.33	si	258.99	175.33	si
4+120.000	-0.12%	120	512.12	175.33	si	254.26	175.33	si
4+140.000	-0.11%	120	495.84	175.33	si	254.26	175.33	si
4+160.000	-0.11%	120	480.35	175.33	si	254.95	175.33	si
4+180.000	-0.10%	120	466.40	175.28	si	254.12	175.28	si
4+200.000	-0.10%	120	453.57	175.28	si	253.80	175.28	si
4+220.000	-0.10%	120	441.93	175.28	si	253.77	175.28	si
4+240.000	-0.10%	120	431.56	175.28	si	254.28	175.28	si
4+260.000	-0.10%	120	423.16	175.28	si	255.20	175.28	si
4+280.000	-0.10%	120	417.05	175.28	si	255.13	175.28	si
4+300.000	-0.10%	120	415.75	175.28	si	256.68	175.28	si
4+320.000	-0.10%	120	422.58	175.28	si	260.02	175.28	si
4+340.000	-0.10%	120	444.98	175.28	si	266.48	175.28	si
4+360.000	-0.10%	120	503.60	175.28	si	276.33	175.28	si
4+380.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	295.32	175.28	si
4+400.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	332.59	175.28	si

4+420.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	413.65	175.28	si
4+440.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	464.87	175.28	si
4+460.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+480.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+500.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+520.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+540.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+560.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+580.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+600.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+620.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+640.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+660.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+680.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+700.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+720.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+740.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+760.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+780.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+800.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+820.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+840.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+860.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+880.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+900.000	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+904.871	-0.10%	120	720.00	175.28	si	720.00	0.00	si

4.10.2. Distanze di visibilita' e di visuale libera per l'arresto – Asse direzione CUNEO

Station	Pend (%)	Vp (Km/h)	Corsia 1 (SX)			Corsia 2 (DX)		
			Dva	Da	Dva>Da	Dva	Da	Dva>Da
			(m)	(m)		(m)	(m)	
0+000.000	0.10%	120	424.66	174.25	si	294.36	174.25	si
0+020.000	0.10%	120	406.04	174.25	si	296.90	174.25	si
0+040.000	0.10%	120	387.65	174.25	si	720.00	174.25	si
0+060.000	0.10%	120	369.46	174.25	si	720.00	174.25	si
0+080.000	0.10%	120	351.59	174.25	si	720.00	174.25	si
0+100.000	0.10%	120	334.10	174.25	si	720.00	174.25	si
0+120.000	0.10%	120	317.05	174.25	si	720.00	174.25	si
0+140.000	0.10%	120	300.50	174.25	si	720.00	174.25	si
0+160.000	0.10%	120	283.97	174.25	si	720.00	174.25	si
0+180.000	0.10%	120	268.19	174.25	si	702.80	174.25	si
0+200.000	0.10%	120	253.53	171.67	si	680.83	171.67	si
0+220.000	0.10%	120	240.31	171.67	si	658.66	171.67	si

0+240.000	0.10%	120	227.48	171.67	si	636.37	171.67	si
0+260.000	0.10%	120	216.84	171.67	si	614.03	171.67	si
0+280.000	0.10%	120	207.25	171.67	si	591.62	171.67	si
0+300.000	0.10%	120	199.96	171.67	si	569.15	171.67	si
0+320.000	0.10%	120	193.29	171.67	si	546.62	171.67	si
0+340.000	0.10%	120	188.86	171.67	si	524.02	171.67	si
0+360.000	0.10%	120	186.11	171.67	si	501.35	171.67	si
0+380.000	0.10%	120	184.74	171.67	si	478.53	171.67	si
0+400.000	0.10%	120	184.21	171.67	si	455.56	171.67	si
0+420.000	0.10%	120	184.12	171.67	si	432.57	171.67	si
0+440.000	0.10%	120	184.12	171.67	si	409.11	171.67	si
0+460.000	0.10%	120	184.12	171.67	si	384.96	171.67	si
0+480.000	0.10%	120	184.12	171.67	si	360.76	171.67	si
0+500.000	0.10%	120	184.12	171.67	si	336.46	171.67	si
0+520.000	0.10%	120	184.12	171.67	si	312.44	171.67	si
0+540.000	0.10%	120	184.12	171.67	si	289.29	171.67	si
0+560.000	0.10%	120	184.13	171.67	si	269.02	171.67	si
0+580.000	0.10%	120	184.20	171.67	si	262.43	171.67	si
0+600.000	0.10%	120	184.65	169.20	si	262.93	169.20	si
0+620.000	0.10%	120	186.04	169.20	si	264.46	169.20	si
0+640.000	0.10%	120	189.18	169.20	si	267.72	169.20	si
0+660.000	0.10%	120	195.53	169.20	si	273.86	169.20	si
0+680.000	0.10%	120	206.79	169.20	si	284.82	169.20	si
0+700.000	0.10%	120	226.91	169.20	si	304.52	169.20	si
0+720.000	0.10%	120	269.61	169.20	si	342.58	169.20	si
0+740.000	0.10%	120	600.15	169.20	si	421.84	169.20	si
0+760.000	0.11%	120	573.73	169.20	si	407.66	169.20	si
0+780.000	0.11%	120	547.32	169.20	si	394.19	169.20	si
0+800.000	0.12%	120	524.14	169.20	si	381.46	169.20	si
0+820.000	0.12%	120	504.00	169.20	si	367.96	169.20	si
0+840.000	0.13%	120	487.21	169.20	si	355.04	169.20	si
0+860.000	0.13%	120	474.38	169.20	si	342.99	169.20	si
0+880.000	0.14%	120	466.11	169.20	si	331.78	169.20	si
0+900.000	0.14%	120	463.10	169.20	si	322.36	169.20	si
0+920.000	0.14%	120	445.06	169.20	si	314.81	169.20	si
0+940.000	0.14%	120	407.66	169.20	si	310.87	169.20	si
0+960.000	0.14%	120	420.40	169.20	si	312.49	169.20	si
0+980.000	0.14%	120	444.41	172.40	si	316.64	172.40	si
1+000.000	0.14%	120	512.54	172.40	si	329.00	172.40	si
1+020.000	0.14%	120	621.60	172.40	si	371.60	172.40	si
1+040.000	0.14%	120	603.25	172.40	si	475.20	172.40	si
1+060.000	0.14%	120	585.11	172.40	si	646.40	172.40	si
1+080.000	0.14%	120	567.20	172.40	si	689.40	172.40	si
1+100.000	0.14%	120	549.57	172.40	si	674.20	172.40	si
1+120.000	0.14%	120	532.26	172.40	si	658.60	172.40	si

1+140.000	0.14%	120	515.33	172.40	si	642.60	172.40	si
1+160.000	0.14%	120	498.87	172.40	si	626.20	172.40	si
1+180.000	0.14%	120	483.42	172.40	si	609.00	172.40	si
1+200.000	0.14%	120	468.95	172.40	si	591.40	172.40	si
1+220.000	0.14%	120	455.51	172.40	si	573.00	172.40	si
1+240.000	0.14%	120	720.00	175.80	si	554.20	175.80	si
1+260.000	0.14%	120	720.00	175.80	si	535.60	175.80	si
1+280.000	0.14%	120	720.00	175.80	si	517.00	175.80	si
1+300.000	0.14%	120	720.00	175.80	si	498.80	175.80	si
1+320.000	0.14%	120	720.00	175.80	si	480.60	175.80	si
1+340.000	0.14%	120	720.00	175.80	si	462.60	175.80	si
1+360.000	0.14%	120	720.00	175.80	si	445.00	175.80	si
1+380.000	0.14%	120	708.16	175.80	si	427.60	175.80	si
1+400.000	0.14%	120	685.81	175.80	si	410.60	175.80	si
1+420.000	0.14%	120	663.87	175.80	si	394.00	175.80	si
1+440.000	0.14%	120	641.98	175.80	si	377.80	175.80	si
1+460.000	0.14%	120	620.41	175.80	si	362.60	175.80	si
1+480.000	0.14%	120	596.45	175.80	si	348.00	175.80	si
1+500.000	0.14%	120	573.30	175.80	si	334.40	175.80	si
1+520.000	0.14%	120	550.70	175.80	si	322.00	175.80	si
1+540.000	0.14%	120	528.39	175.80	si	311.20	175.80	si
1+560.000	0.14%	120	506.39	175.80	si	302.00	175.80	si
1+580.000	0.14%	120	484.43	175.80	si	295.00	175.80	si
1+600.000	0.14%	120	462.58	175.80	si	290.60	175.80	si
1+620.000	0.14%	120	440.67	175.80	si	288.60	175.80	si
1+640.000	0.14%	120	416.89	180.27	si	288.60	180.27	si
1+660.000	0.14%	120	392.93	180.27	si	290.60	180.27	si
1+680.000	0.16%	120	369.46	180.27	si	297.00	180.27	si
1+700.000	0.28%	120	347.00	180.27	si	311.60	180.27	si
1+720.000	0.48%	120	324.75	180.27	si	341.72	180.27	si
1+740.000	0.69%	120	302.86	180.27	si	402.53	180.27	si
1+760.000	0.90%	120	281.42	180.27	si	546.71	180.27	si
1+780.000	1.11%	120	260.28	180.27	si	527.87	180.27	si
1+800.000	1.32%	120	238.72	180.27	si	509.17	180.27	si
1+820.000	1.60%	120	216.71	180.27	si	490.61	180.27	si
1+840.000	1.73%	120	195.86	180.27	si	472.22	180.27	si
1+860.000	1.94%	120	187.67	170.97	si	454.02	180.27	si
1+880.000	2.15%	120	178.00	170.97	si	436.06	180.27	si
1+900.000	2.36%	120	176.52	170.97	si	418.37	180.27	si
1+920.000	2.56%	120	176.51	170.97	si	400.91	180.27	si
1+940.000	2.77%	120	176.51	170.97	si	385.01	185.09	si
1+960.000	3.01%	120	176.51	169.25	si	720.00	185.09	si
1+980.000	3.01%	120	176.51	167.52	si	720.00	185.09	si
2+000.000	3.01%	120	176.51	167.52	si	720.00	185.09	si
2+020.000	2.95%	120	176.51	167.52	si	720.00	185.09	si

2+040.000	2.78%	120	176.51	167.52	si	720.00	185.09	si
2+060.000	2.55%	120	176.51	167.52	si	720.00	185.09	si
2+080.000	2.32%	120	176.51	167.52	si	701.01	185.09	si
2+100.000	2.10%	120	176.51	169.09	si	676.52	185.09	si
2+120.000	1.87%	120	176.51	170.65	si	651.92	185.09	si
2+140.000	1.62%	120	176.51	170.65	si	628.14	185.09	si
2+160.000	1.42%	120	176.51	170.65	si	604.72	185.09	si
2+180.000	1.19%	120	176.51	170.65	si	581.45	185.09	si
2+200.000	0.96%	120	176.51	170.65	si	556.00	185.09	si
2+220.000	0.74%	120	176.51	170.65	si	530.23	185.09	si
2+240.000	0.40%	120	176.52	170.65	si	505.29	185.09	si
2+260.000	0.40%	120	176.52	170.65	si	480.70	180.43	si
2+280.000	0.40%	120	471.99	180.43	si	453.52	180.43	si
2+300.000	0.40%	120	453.79	180.43	si	427.86	180.43	si
2+320.000	0.40%	120	435.06	180.43	si	403.37	180.43	si
2+340.000	0.40%	120	415.54	180.43	si	379.21	180.43	si
2+360.000	0.40%	120	394.99	180.43	si	353.92	180.43	si
2+380.000	0.45%	120	373.18	180.43	si	329.98	180.43	si
2+400.000	0.60%	120	351.13	180.43	si	306.63	180.43	si
2+420.000	0.82%	120	329.20	180.43	si	283.13	180.43	si
2+440.000	1.04%	120	307.38	180.43	si	259.10	180.43	si
2+460.000	1.26%	120	285.72	180.43	si	233.62	180.43	si
2+480.000	1.48%	120	264.41	180.43	si	221.03	180.43	si
2+500.000	1.71%	120	243.76	180.43	si	221.03	180.43	si
2+520.000	1.99%	120	224.27	180.43	si	221.03	180.43	si
2+540.000	2.15%	120	207.72	176.08	si	221.03	176.08	si
2+560.000	2.37%	120	199.29	176.08	si	221.03	176.08	si
2+580.000	2.59%	120	211.49	176.08	si	221.03	176.08	si
2+600.000	2.81%	120	240.36	176.08	si	221.02	176.08	si
2+620.000	3.03%	120	309.44	176.08	si	221.02	176.08	si
2+640.000	3.25%	120	526.82	176.08	si	221.02	176.08	si
2+660.000	3.50%	120	508.60	176.08	si	221.02	176.08	si
2+680.000	3.50%	120	490.69	179.71	si	221.02	179.71	si
2+700.000	3.50%	120	472.87	179.71	si	221.02	179.71	si
2+720.000	3.50%	120	455.22	179.71	si	221.02	179.71	si
2+740.000	3.50%	120	437.78	179.71	si	221.02	179.71	si
2+760.000	3.50%	120	420.56	179.71	si	221.20	179.71	si
2+780.000	3.50%	120	403.38	179.71	si	221.71	179.71	si
2+800.000	3.50%	120	385.91	179.71	si	221.85	179.71	si
2+820.000	3.50%	120	369.80	179.71	si	221.42	179.71	si
2+840.000	3.50%	120	354.80	179.71	si	720.00	179.71	si
2+860.000	3.50%	120	340.80	179.71	si	720.00	179.71	si
2+880.000	3.50%	120	327.80	179.71	si	720.00	179.71	si
2+900.000	3.50%	120	316.20	183.56	si	720.00	183.56	si
2+920.000	3.50%	120	306.20	183.56	si	720.00	183.56	si

2+940.000	3.50%	120	298.20	183.56	si	720.00	183.56	si
2+960.000	3.50%	120	292.40	183.56	si	720.00	183.56	si
2+980.000	3.50%	120	289.20	179.34	si	720.00	179.34	si
3+000.000	3.46%	120	288.60	179.34	si	720.00	179.34	si
3+020.000	3.32%	120	289.20	179.34	si	720.00	179.34	si
3+040.000	3.11%	120	293.20	179.34	si	720.00	179.34	si
3+060.000	2.90%	120	303.20	179.34	si	694.69	179.34	si
3+080.000	2.69%	120	324.40	179.34	si	667.24	179.34	si
3+100.000	2.48%	120	369.60	179.34	si	640.88	179.34	si
3+120.000	2.27%	120	482.80	179.34	si	614.75	179.34	si
3+140.000	2.06%	120	641.40	179.34	si	577.18	179.34	si
3+160.000	1.82%	120	675.20	179.34	si	350.24	179.34	si
3+180.000	1.63%	120	660.40	179.34	si	331.22	179.34	si
3+200.000	1.42%	120	645.20	179.34	si	315.17	179.34	si
3+220.000	1.21%	120	629.40	179.34	si	301.30	179.34	si
3+240.000	1.00%	120	613.00	179.34	si	288.81	179.34	si
3+260.000	0.79%	120	596.20	175.38	si	278.83	175.38	si
3+280.000	0.57%	120	578.60	175.38	si	270.01	175.38	si
3+300.000	0.29%	120	560.20	175.38	si	263.38	175.38	si
3+320.000	0.29%	120	541.40	175.38	si	259.18	175.38	si
3+340.000	0.29%	120	523.00	175.38	si	263.82	175.38	si
3+360.000	0.29%	120	504.60	175.38	si	289.92	175.38	si
3+380.000	0.29%	120	486.60	175.38	si	350.23	175.38	si
3+400.000	0.29%	120	468.60	175.38	si	335.17	175.38	si
3+420.000	0.29%	120	451.00	175.38	si	321.40	175.38	si
3+440.000	0.29%	120	433.60	175.38	si	308.28	175.38	si
3+460.000	0.29%	120	416.60	175.38	si	293.96	175.38	si
3+480.000	0.29%	120	400.20	175.38	si	281.55	175.38	si
3+500.000	0.29%	120	384.20	175.38	si	271.56	175.38	si
3+520.000	0.29%	120	368.80	175.38	si	265.81	175.38	si
3+540.000	0.29%	120	354.20	175.38	si	266.28	175.38	si
3+560.000	0.29%	120	340.52	175.38	si	275.03	175.38	si
3+580.000	0.29%	120	327.77	175.38	si	288.03	175.38	si
3+600.000	0.29%	120	316.87	175.38	si	306.64	175.38	si
3+620.000	0.29%	120	307.45	175.38	si	336.28	175.38	si
3+640.000	0.29%	120	300.52	175.38	si	393.91	175.38	si
3+660.000	0.29%	120	296.44	175.38	si	648.89	175.38	si
3+680.000	0.29%	120	298.04	175.38	si	566.84	175.38	si
3+700.000	0.22%	120	308.34	175.38	si	541.81	175.38	si
3+720.000	0.05%	120	332.34	175.38	si	517.23	175.38	si
3+740.000	-0.15%	120	404.46	175.38	si	493.37	175.38	si
3+760.000	-0.36%	120	437.70	175.38	si	470.49	175.38	si
3+780.000	-0.56%	120	421.52	175.38	si	448.59	175.38	si
3+800.000	-0.76%	120	405.59	175.38	si	427.70	175.38	si
3+820.000	-1.04%	120	390.37	175.38	si	407.85	175.38	si

3+840.000	-1.17%	120	375.95	175.38	si	389.06	175.38	si
3+860.000	-1.38%	120	362.34	175.38	si	371.39	175.38	si
3+880.000	-1.58%	120	349.39	175.38	si	354.89	175.38	si
3+900.000	-1.78%	120	349.15	175.38	si	339.65	175.38	si
3+920.000	-1.99%	120	387.78	175.38	si	324.88	175.38	si
3+940.000	-2.19%	120	720.00	175.38	si	311.27	175.38	si
3+960.000	-2.31%	120	720.00	175.38	si	299.21	175.38	si
3+980.000	-2.31%	120	720.00	175.38	si	287.90	175.38	si
4+000.000	-2.31%	120	720.00	175.38	si	278.73	175.38	si
4+020.000	-2.31%	120	720.00	175.38	si	271.13	175.38	si
4+040.000	-2.31%	120	720.00	175.33	si	268.79	175.33	si
4+060.000	-2.31%	120	720.00	175.33	si	274.88	175.33	si
4+080.000	-2.31%	120	720.00	175.33	si	267.16	175.33	si
4+100.000	-2.31%	120	720.00	175.33	si	258.99	175.33	si
4+120.000	-2.31%	120	720.00	175.33	si	254.26	175.33	si
4+140.000	-2.31%	120	720.00	175.33	si	254.26	175.33	si
4+160.000	-2.31%	120	720.00	175.33	si	254.95	175.33	si
4+180.000	-2.31%	120	720.00	175.28	si	254.12	175.28	si
4+200.000	-2.31%	120	720.00	175.28	si	253.80	175.28	si
4+220.000	-2.31%	120	720.00	175.28	si	253.77	175.28	si
4+240.000	-2.31%	120	720.00	175.28	si	254.28	175.28	si
4+260.000	-2.31%	120	720.00	175.28	si	255.20	175.28	si
4+280.000	-2.31%	120	720.00	175.28	si	255.13	175.28	si
4+300.000	-2.31%	120	720.00	175.28	si	256.68	175.28	si
4+320.000	-2.31%	120	720.00	175.28	si	260.02	175.28	si
4+340.000	-2.29%	120	720.00	175.28	si	266.48	175.28	si
4+360.000	-2.21%	120	720.00	175.28	si	276.33	175.28	si
4+380.000	-2.11%	120	720.00	175.28	si	295.32	175.28	si
4+400.000	-2.01%	120	720.00	175.28	si	332.59	175.28	si
4+420.000	-1.90%	120	720.00	175.28	si	413.65	175.28	si
4+440.000	-1.80%	120	720.00	175.28	si	464.87	175.28	si
4+460.000	-1.70%	120	720.00	175.28	si	444.87	175.28	si
4+480.000	-1.59%	120	720.00	175.28	si	424.87	175.28	si
4+500.000	-1.49%	120	720.00	175.28	si	404.87	175.28	si
4+520.000	-1.39%	120	635.81	175.28	si	384.87	175.28	si
4+540.000	-1.25%	120	607.52	175.28	si	364.87	175.28	si
4+560.000	-1.18%	120	577.89	175.28	si	344.87	175.28	si
4+580.000	-1.08%	120	546.42	175.28	si	324.87	175.28	si
4+600.000	-0.98%	120	528.51	175.28	si	304.87	175.28	si
4+620.000	-0.87%	120	524.83	175.28	si	284.87	175.28	si
4+640.000	-0.77%	120	551.30	175.28	si	264.87	175.28	si
4+660.000	-0.67%	120	720.00	175.28	si	244.87	175.28	si
4+680.000	-0.56%	120	720.00	175.28	si	224.87	175.28	si
4+700.000	-0.46%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+720.000	-0.36%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si

4+740.000	-0.23%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+760.000	-0.23%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+780.000	-0.23%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+800.000	-0.23%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+820.000	-0.23%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+840.000	-0.23%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+860.000	-0.23%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+880.000	-0.23%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+900.000	-0.23%	120	720.00	175.28	si	720.00	175.28	si
4+904.560	-0.23%	120	720.00	0.00	si	720.00	0.00	si

4.11. COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO

L'andamento planimetrico dell'asse è stato coordinato con il profilo longitudinale al fine di garantire una percezione più chiara possibile delle caratteristiche del tracciato stradale, compatibilmente con i vincoli geometrici costituiti dagli attraversamenti idraulici, gli scavalchi stradali e i punti di attacco del tracciato ai lotti già realizzati. Per le verifiche puntuali dei criteri di coordinamento contenuti nel par. 5.5 del D.M. 05/11/2001 si rimanda alla relazione tecnica del tracciato stradale allegata al progetto.

4.12. RIPRISTINO VIABILITÀ LOCALI

Oltre l'asse principale di progetto, sono state oggetto di intervento anche 8 viabilità poderali esistenti di riconnessione ai fondi agricoli con esso interferenti. Nella tabella seguente, si riportano le principali caratteristiche degli interventi di ripristino delle viabilità locali interferite, numerate da 1 a 8 e riferite alla PK di intersezione con il tracciato autostradale o al tratto in cui corrono parallele ad esso.

RVL	Pk asse principale	Inquadramento funzionale	Largh. Piattaf. (m)	Sviluppo (m)	Raggio min (m)	Raggio max (m)	i min (%)	i max (%)
1	0+500 - 0+700	Dest. particolare	4.00	173.32	30.00	50.00	0.06	7.10
2	0+700	Dest. particolare	4.00	163.25	15.00	30.00	0.18	7.90
3	0+700 - 0+900	Dest. particolare	4.00	193.29	20.00	150.00	3.22	11.52
4	1+000 - 1+500	Dest. particolare	4.00	530.14	80.00	800.00	0.22	6.32
5	1+300 - 1+700	Dest. particolare	4.00	436.70	30.00	500.00	0.49	5.80
6	1+700	Dest. particolare	4.00	216.23	25.00	50.00	0.99	10.77
7	2+300 - 2+600	Dest. particolare	4.00	371.88	50.00	215.00	0.01	4.73
8	1+000	Dest. particolare	4.00	100.86	30.00	30.00	0.05	10.56

Tabella 7 - Elenco delle viabilità locali ripristinate



Figura 4.15-Planimetria generale con evidenza, in violetto, delle viabilità poderali

5. PROGETTO STRUTTURALE

5.1. OPERE D'ARTE MAGGIORI

5.1.1. Ponte sul Rio dei Deglia

Il Ponte sul Rio dei Deglia si sviluppa tra la pk 4+471.79 e la pk 4+511.81, in corrispondenza del comune di Cherasco.

La progettazione prevede la realizzazione di due impalcati distinti, uno per la direzione Asti, l'altro per la direzione Cuneo, aventi entrambi luce pari a 40.00 m e realizzati in obliquità rispetto all'asse longitudinale. Gli impalcati sono del tipo misto acciaio-calcestruzzo costituiti da due travi principali con altezza di 2.50 m, da una trave di spina di altezza pari a 0.45 cm e da diaframmi di tipo a "doppia T" con altezza di 1.70 m non collaboranti con la soletta.

La sede stradale è caratterizzata da due corsie di marcia per carreggiata, ciascuna di larghezza pari a 3.75 m, affiancate da una corsia di emergenza di larghezza pari a 3.00 m (sul lato interno rispetto al senso di marcia) e da due banchine laterali (sul lato esterno rispetto al senso di marcia) di larghezza pari a 0.70 m direzione Cuneo e 1.37 m in direzione Asti.

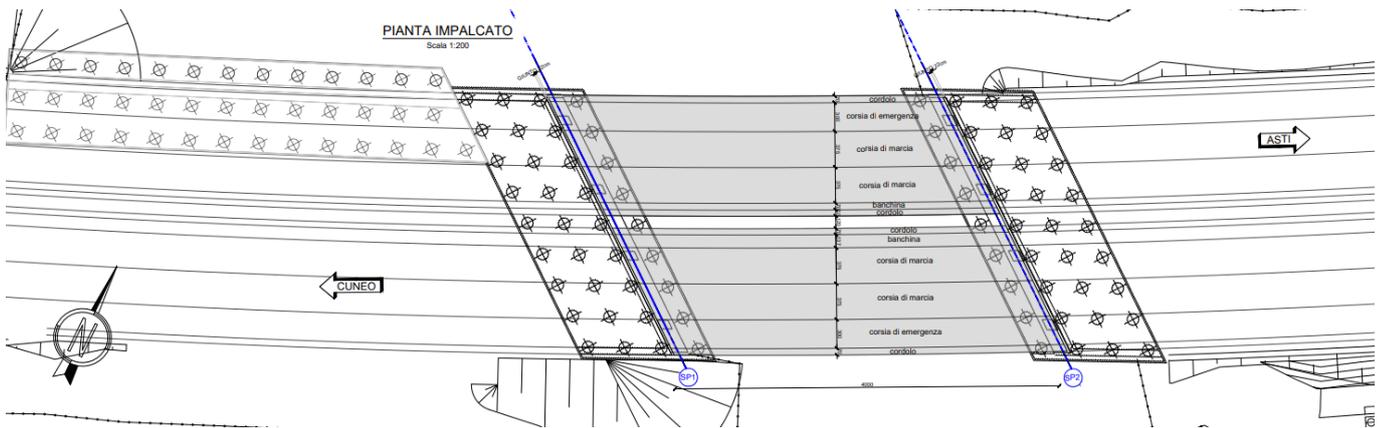


Figura 5.1- Stralcio planimetrico

Sono presenti due carreggiate aventi diverse caratteristiche geometriche:

Carreggiata direzione CUNEO Larghezza L = 12.60m

Carreggiata direzione ASTI Larghezza L = 13.27m

L'impalcato direzione Asti, così come quello direzione Cuneo, è caratterizzato da 3 travi longitudinali ad interasse costante di 3.60 m, con sbalzi di luce variabile che terminano con cordoli di dimensioni pari a 0.70 m.

La soletta in calcestruzzo armato ordinario ha uno spessore di 30 cm ed è resa solidale e collaborante con la sottostruttura in acciaio tramite connettori a piolo tipo "Nelson" collocati sulla piattabanda superiore delle travi.

Il getto della soletta in calcestruzzo avviene una volta ultimato l'assemblaggio della struttura in acciaio, utilizzando delle predalle in acciaio di spessore pari a 5 mm. Le predalle sono provviste di aree libere in corrispondenza delle piattabande delle travi sottostanti, dove vengono posizionati i connettori.

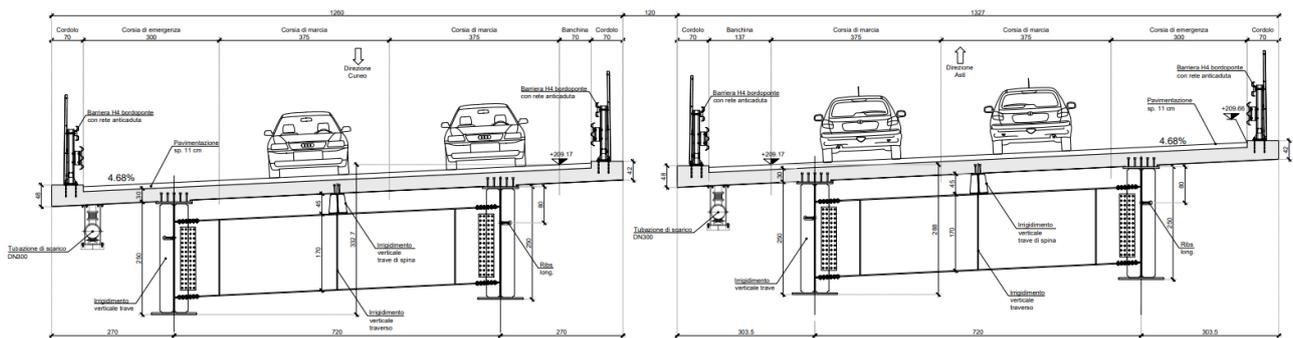


Figura 5.2 - Sezione trasversale impalcato

L'opera si completa con due spalle in c.a.o. con fondazione di tipo indiretto su pali trivellati Ø1.20m di lunghezza 37 m e 35 m. Le spalle comprendono un muro frontale su cui è collocato il paragiaia, che segue la pendenza dell'impalcato e due i muri andatori realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera.

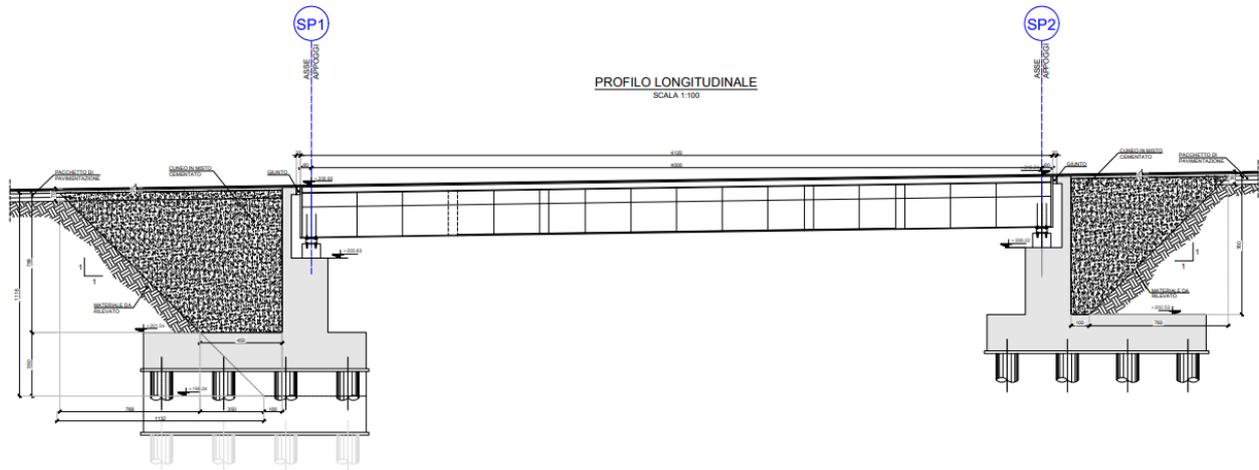


Figura 5.3 – Sezione longitudinale

5.1.2. Ponte Opera 3

Il Ponte Opera 3 si sviluppa tra la pk 2+162.23 e la pk 2.202.24, in corrispondenza del comune di Cherasco.

La progettazione prevede la realizzazione di due impalcati distinti, uno per la direzione Asti, l'altro per la direzione Cuneo, aventi entrambi luce pari a 40.00 m e realizzati in retto rispetto all'asse longitudinale. Gli impalcati sono del tipo misto acciaio-calcestruzzo costituiti da due travi principali con altezza di 2.50 m, da una trave di spina di altezza pari a 0.45 cm e da diaframmi di tipo a "doppia T" con altezza di 1.70 m non collaboranti con la soletta.

La sede stradale è caratterizzata da due corsie di marcia per carreggiata, ciascuna di larghezza pari a 3.75 m, affiancate da una corsia di emergenza di larghezza pari a 3.00 m (sul lato interno rispetto al senso di marcia) e da due banchine laterali (sul lato esterno rispetto al senso di marcia) di larghezza variabile in direzione Cuneo e di 0.70 m in direzione Asti.

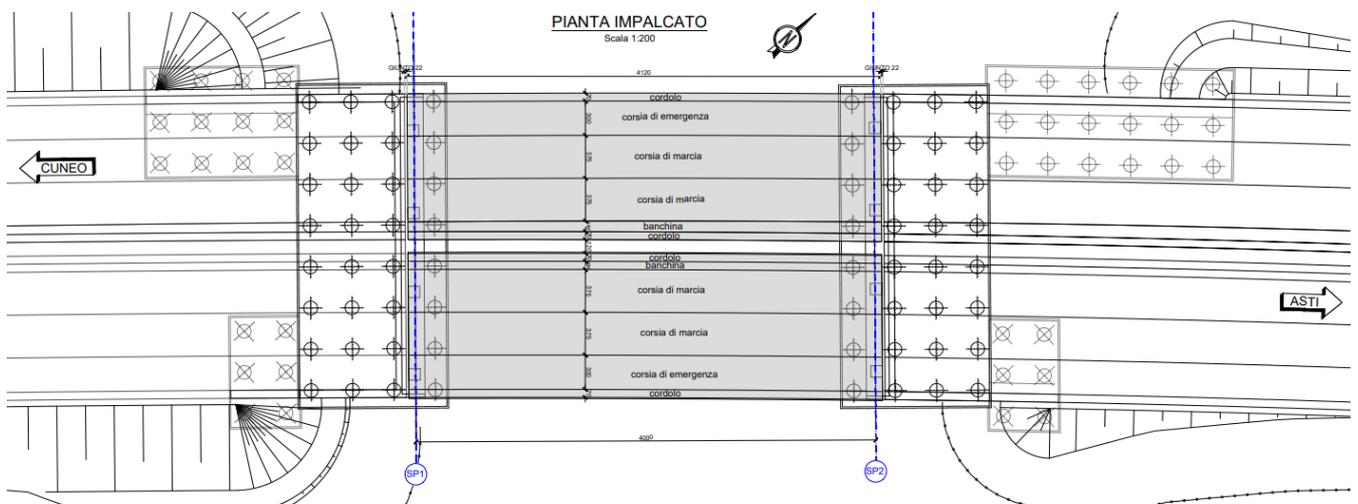


Figura 5.4– Stralcio planimetrico

Il Viadotto SP7 si sviluppa dalla Pk 2+040.41 alla Pk 2+443.10. L'opera prevede la realizzazione di due impalcati distinti misti acciaio-calcestruzzo, a cassone aperto torsio-rigido, con schema statico a trave continua su otto campate di luce variabile per una lunghezza complessiva di 399.65 m in direzione Asti e 404.20 m in direzione Cuneo.

Il viadotto è in curva con raggio di curvatura costante molto ampio, superiore ai 1200 m in asse struttura.

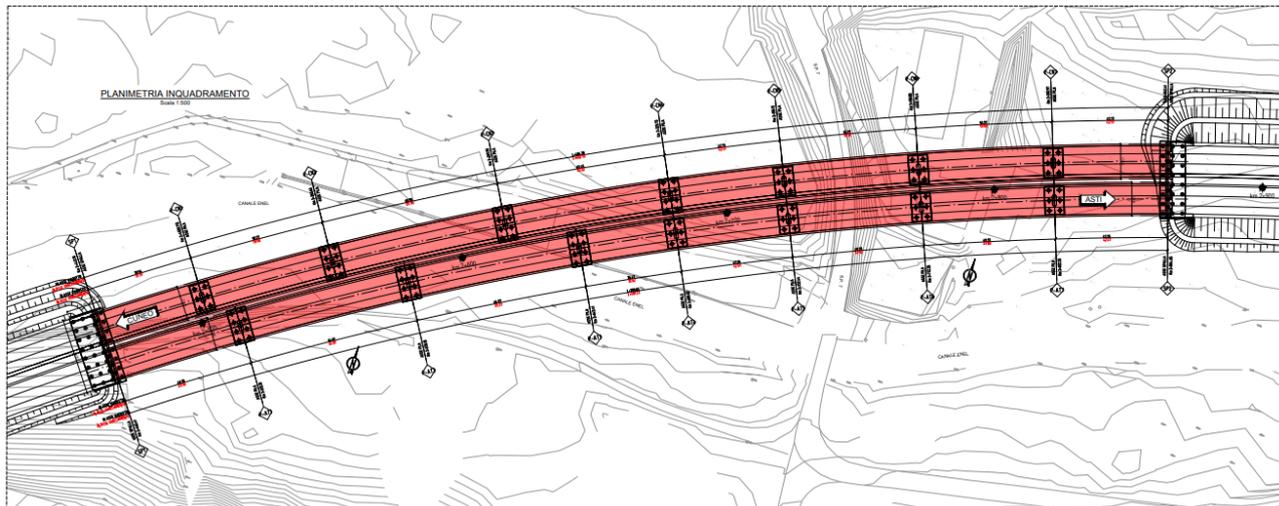


Figura 5.7– Planimetria di inquadramento

La sede stradale è caratterizzata da due corsie di marcia per carreggiata, ciascuna di larghezza pari a 3.75 m, affiancate da una corsia di emergenza di larghezza pari a 3.00 m (sul lato interno rispetto al senso di marcia) e da due banchine laterali (sul lato esterno rispetto al senso di marcia) di larghezza variabile.

La soletta ha una larghezza totale di 13.20 m in direzione Asti e 13.75 m in direzione Cuneo, uno spessore complessivo di 0.3 m ed è gettata su predalle metalliche tralicciate di spessore 5 mm, ordite trasversalmente. La solidarizzazione della soletta alle travi metalliche è affidata a idonei connettori a taglio di tipo a piolo Nelson.

La sezione trasversale dell'impalcato consta di 3 travi metalliche con sezione a doppio T di altezza pari a 2.00 m, le travi di bordo hanno l'anima inclinata di 15°, e l'interasse fra le travi, misurato all'estradosso e all'intradosso è rispettivamente pari a 3719 mm, e 3183 mm.

Tutti i traversi sono reticolari con profili 2 L accoppiate, e schema a K con aste diagonali convergenti verso la parte superiore della trave centrale. L'interasse dei traversi, varia da campata a campata, ed è contenuto nell'intervallo 4052 ÷ 4331 mm per la direzione Asti e 3954 ÷ 4273 mm per la direzione Cuneo.

Il sistema di controventi di torsione è "a diamante" all'intradosso, e ad "X" all'estradosso, e tutte le aste sono realizzate con profili 2 L accoppiate.

All'estremità della soletta, lato esterno curva, è installata una barriera fonoriflettente di tipo trasparente, di altezza 2500 mm, misurati dal piano viabile. L'impalcato è completato da una veletta estetica in lamiera microforata verniciata.

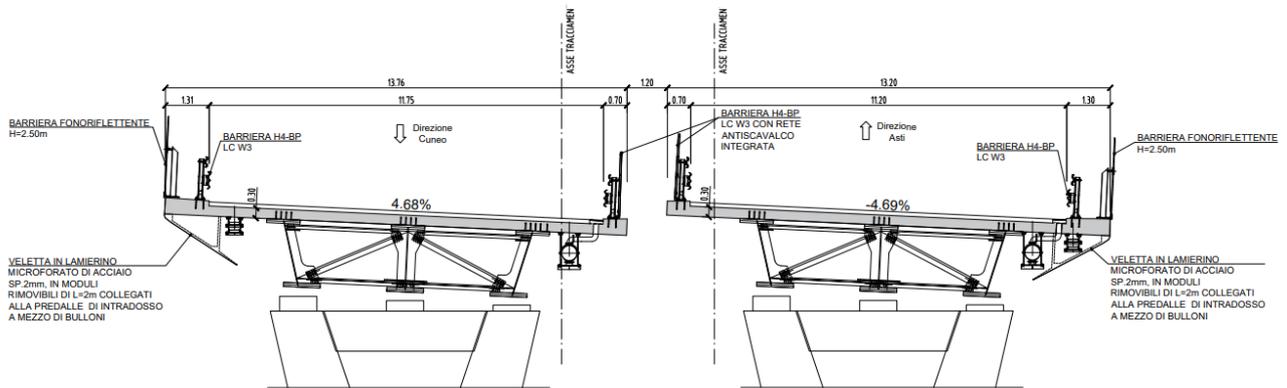


Figura 5.8 – Sezione trasversale impalcato

Le 7 pile sono in c.a., presentano forma ad Y con elementi a sezione piena e sono costituite da fusti verticali fino ad una certa quota, per poi sdoppiarsi in due braccia inclinate, collegate superiormente da una trave-pulvino a sezione trapezia, su cui trova appoggio la trave centrale dell'impalcato. Alle estremità superiori delle due braccia trovano invece appoggio le due travi laterali.

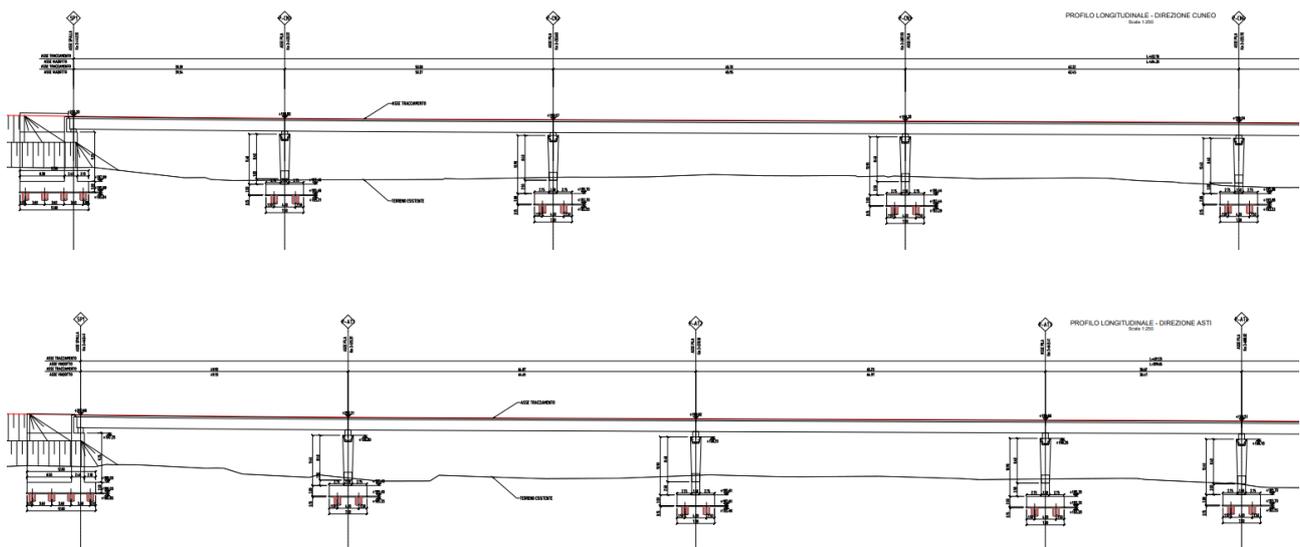


Figura 5.9: Profilo longitudinale 1 di 2

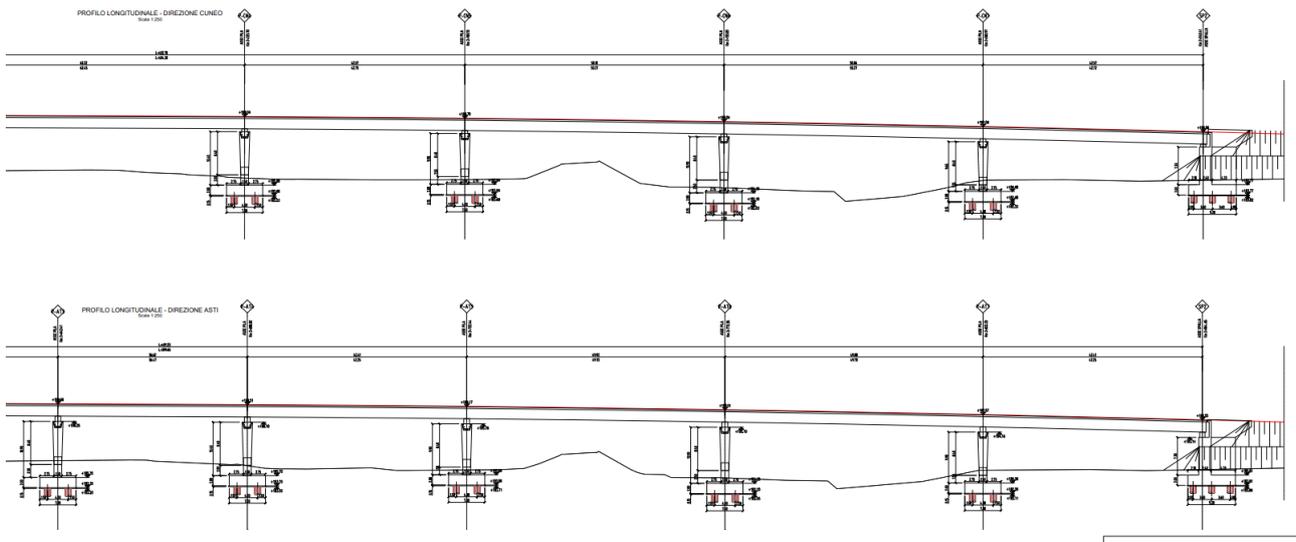


Figura 5.10: Profilo longitudinale 2 di 2

Le pile presentano una altezza compresa fra 9.4 e 10.9 m mentre i plinti sono alti 2.0 m. La sezione si mantiene con dimensioni costanti per tutta l'estensione del fusto verticale mentre è variabile sulle due braccia. E' prevista la sabbiatura in opera delle superfici in vista al fine di ottenere una finitura scabra che si armonizzi con l'effetto restituito dalle matrici utilizzate sui muri prefabbricati.

Per la direzione Asti, le fondazioni sono del tipo indiretto su pali trivellati Ø1.20 m di lunghezza 38-42 m, con plinti di dimensioni 7.0 x 10.6 m per le pile 4, 5, 6 e 7, e 7.0 x 12.9 m per le pile 1, 2 e 3.

Per la direzione Cuneo, le fondazioni sono del tipo indiretto su pali trivellati Ø1.20 m di lunghezza 38-42 m, con plinti di dimensioni 7.0 x 10.6 m per le pile 1, 5, 6 e 7, e 7.0 x 12.9 m per le pile 2, 3 e 4.

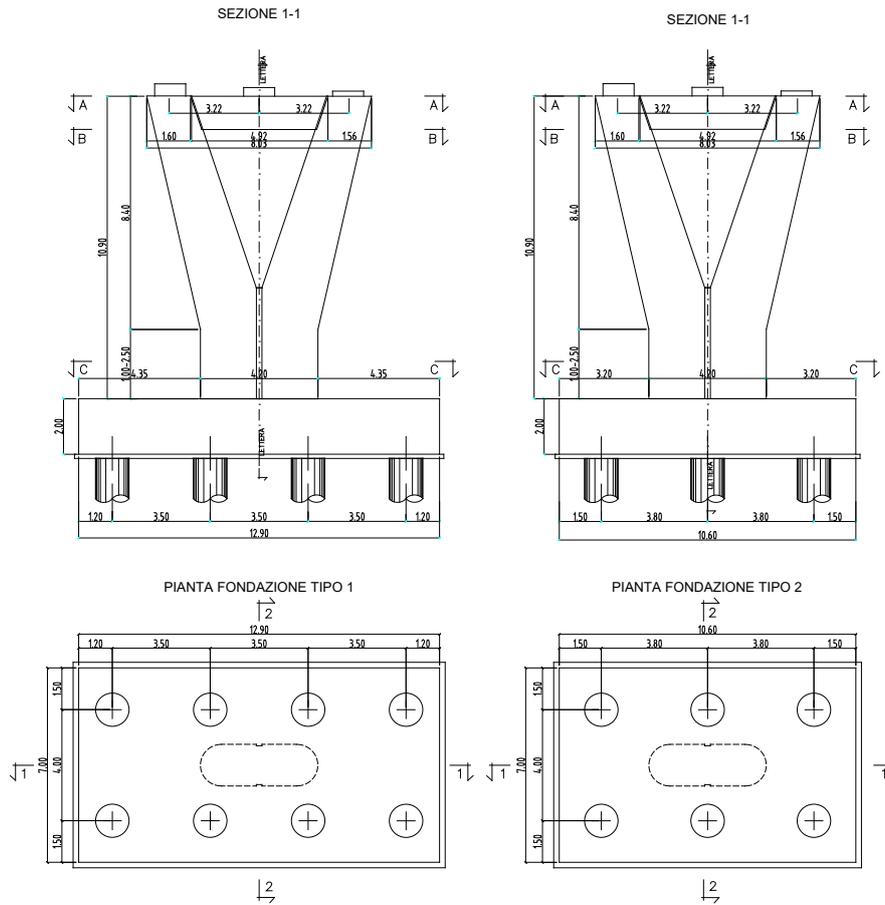


Figura 5.11: Carreggiata direzione Cuneo. Sezione longitudinale

L'opera si completa con due spalle in c.a.o. con fondazione di tipo indiretto su pali trivellati di diametro $\Phi 1.20$, e lunghezza 30 m.

Le spalle comprendono un muro frontale su cui è collocato il paraghiaia, che segue la pendenza dell'impalcato e due i muri andatori realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera.

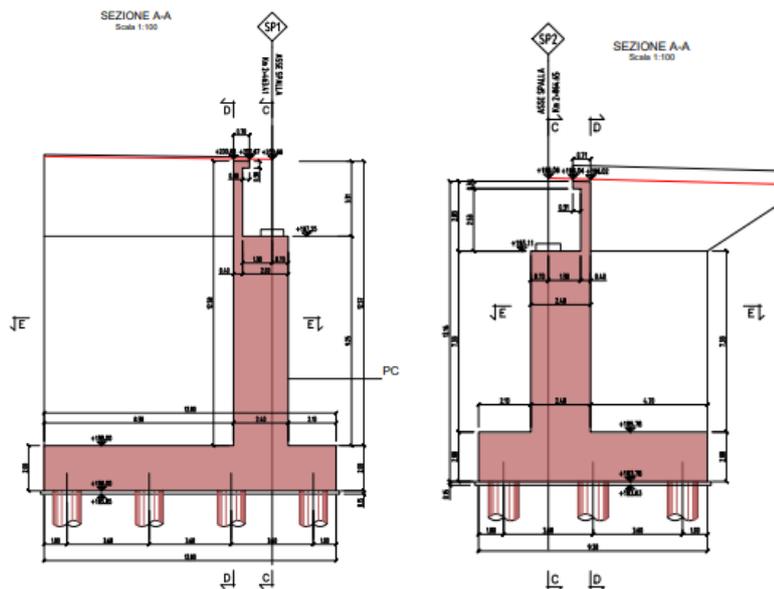


Figura 5.12: Sezione trasversale spalla 1 e 2

Il getto della soletta in calcestruzzo avviene una volta ultimato l'assemblaggio della struttura in acciaio, utilizzando delle predelle in acciaio di spessore pari a 5 mm. Le predelle sono provviste di aree libere in corrispondenza delle piattabande delle travi sottostanti, dove vengono posizionati i connettori.

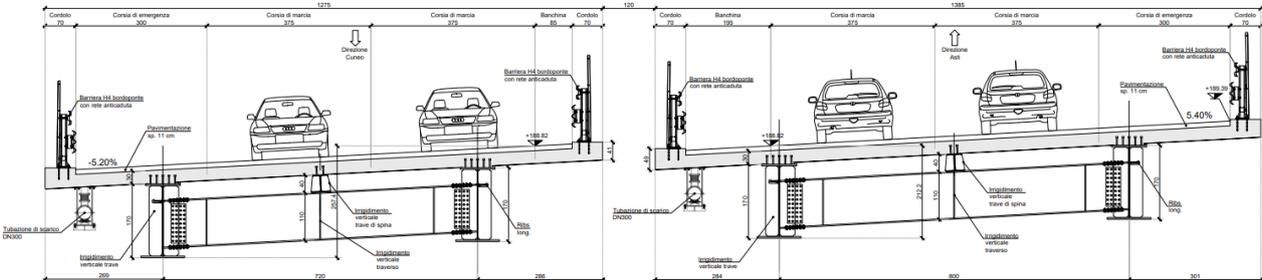


Figura 5.14 – Sezione trasversale impalcato

L'opera si completa con due spalle in c.a.o. con fondazione di tipo indiretto su pali trivellati Ø1.20m di lunghezza 25 m. Le spalle comprendono un muro frontale di altezza costante su cui è collocato il paraghiaia, che segue la pendenza dell'impalcato e due i muri andatori realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera.

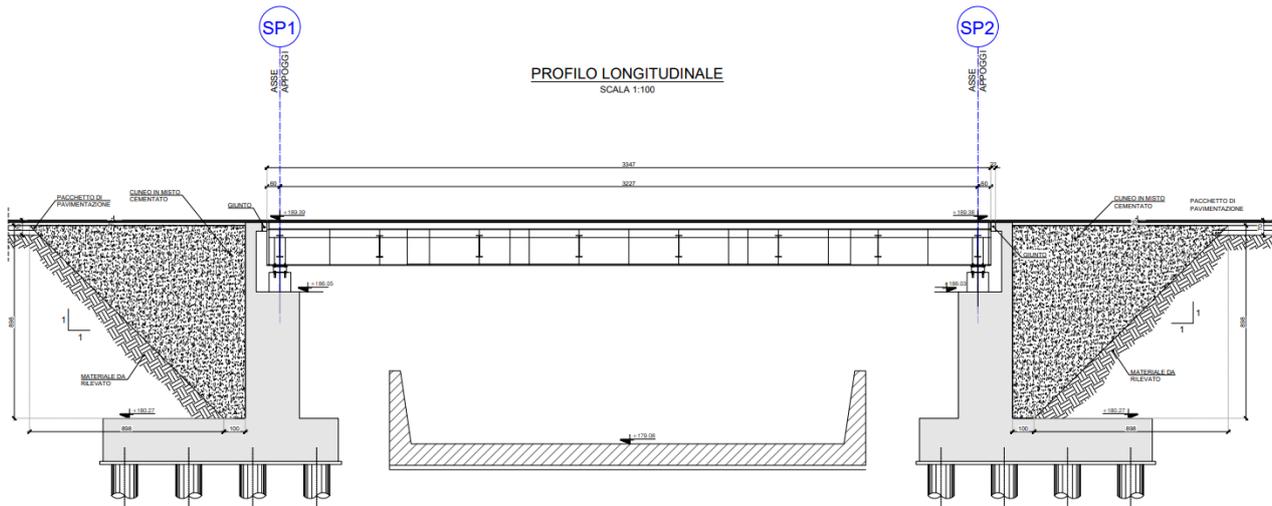


Figura 5.15 – Sezione longitudinale

5.1.5. Ecodotto

L'opera, ubicata alla PK 0+975 al centro della trincea denominata TR-03, consiste in una galleria artificiale i cui piedritti sono costituiti da due paratie di pali di grande diametro contrapposte e opportunamente irrigidite da ulteriori tratti di paratie ortogonali, mentre l'impalcato, di dimensioni in pianta 30x50 m, è realizzato mediante cassoncini in c.a.p. accostati di altezza 1.60 m e una soletta di completamento di 0.30 m per uno spessore complessivo di 1.90 m.

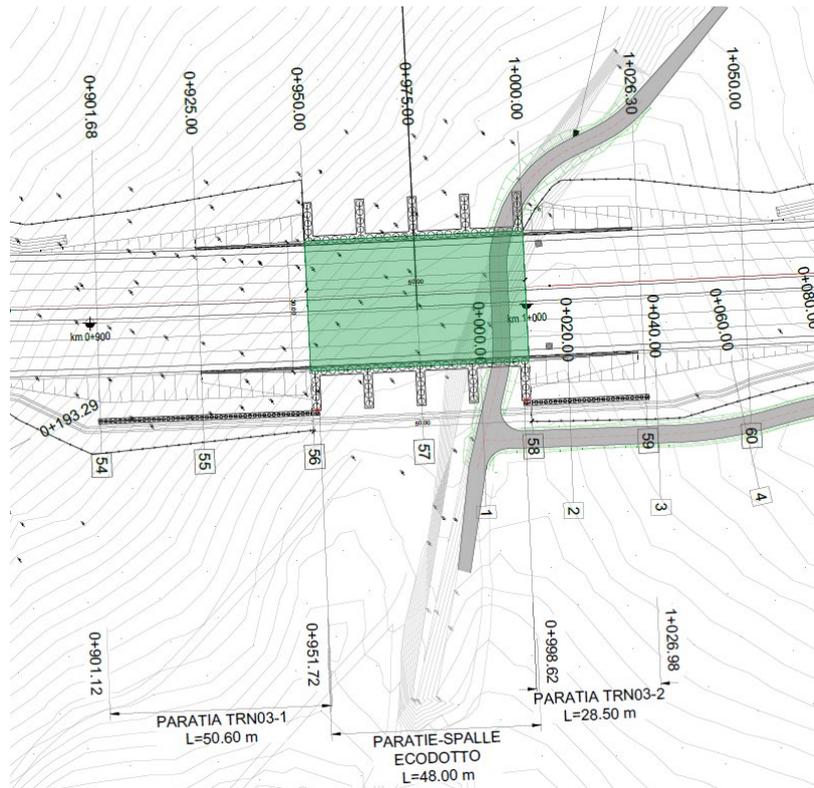


Figura 5.16 - Stralcio planimetrico

Le paratie che sostengono l'impalcato hanno uno sviluppo complessivo di 50 m e sono costituite da pali di diametro 1500 mm e lunghezza pari a 20 m, oltre una trave di testa paratia di forma a "L" di altezza $1.50+1.90=3.40$ m e larghezza $1.50+0.50=2.00$ m. I contrafforti di irrigidimento sono realizzati mediante cinque tratti di paratia ortogonali disposti a interasse di 12 m, dello sviluppo complessivo pari a 8 m, anch'essi costituiti da pali di grande diametro pari a 1500 mm e lunghezza 20m. Le paratie di pali, sui fronti verso l'autostrada, sono rivestite da uno spessore di calcestruzzo di 0.20 m in modo da realizzare una continuità architettonica con gli adiacenti muri in c.a..

L'impalcato è connesso rigidamente alle paratie ed è costituito da cassoncini in c.a.p. affiancati di larghezza 1.80 m e altezza 1.60 m, oltre al solettone in c.a. di altezza 0.30 m. L'impalcato è delimitato da muretti in c.a. sui quali è collocata una rete antiscavalco.

La minima distanza tra il piano viario e l'intradosso dell'impalcato è in ogni sezione superiore a 5m.

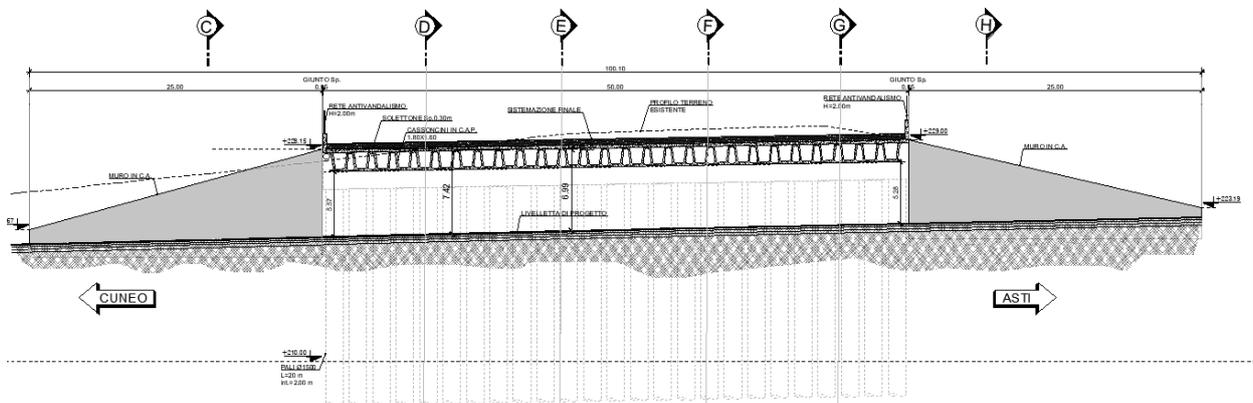


Figura 5.17 - Sezione longitudinale

Prima e dopo l'ecodotto, nei due sensi di marcia e sui due lati della carreggiata, sono previsti muri diretti "di appoggio" ad altezza crescente, realizzati in c.a.o. e sabbiati in opera per ottenere una finitura coerente con quella dei muri di sostegno e delle pile del Ponte SP7. Allo stesso modo sarà trattata la fodera di rivestimento delle paratie/spalla dell'impalcato.

5.1.6. Muri di sostegno

A tergo delle spalle dei viadotti Opera 3, Rio dei Deglia e Attraversamento ENEL sono previsti muri di sostegno su pali, i quali saranno realizzati con fondazioni gettate in opera e paramenti verticali costituiti da pannelli prefabbricati con finitura scabra esterna ottenuta con matrici disposte nei casseri, I pannelli saranno superiormente completati da una veletta prefabbricata e da un cordolo in c.a. da realizzare in opera, sul quale sarà ancorata la barriera di sicurezza.

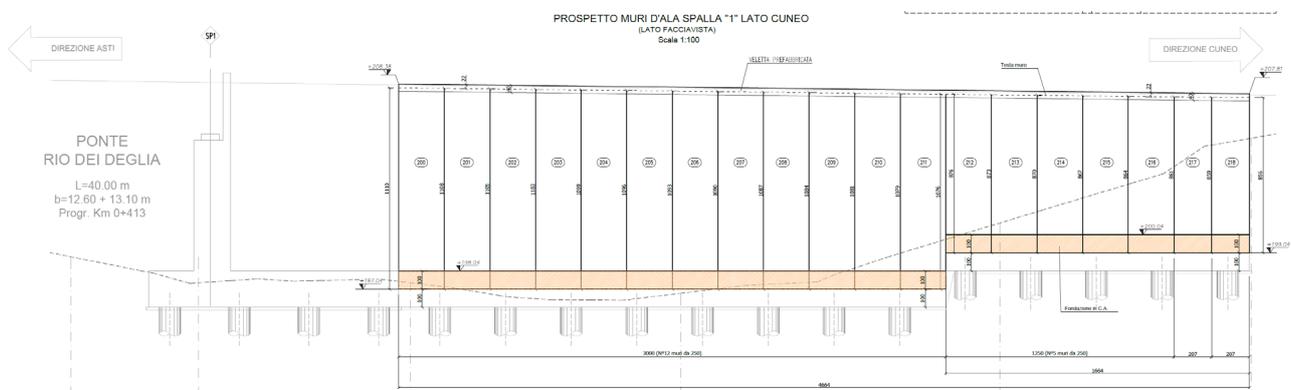


Figura 5.18 - Prospetto strutturale dei muri prefabbricati sul Rio dei Deglia

5.2. OPERE D'ARTE MINORI

5.2.1. Scatolare idraulico alla pk 0+643

L'opera in esame può essere divisa in due sotto opere:

- "scatolare di valle", che identifica lo scatolare in corrispondenza della sede autostradale che raccoglie le acque del Rio San Giacomo;
- "scatolare di monte", che identifica lo scatolare in corrispondenza della strada poderale.

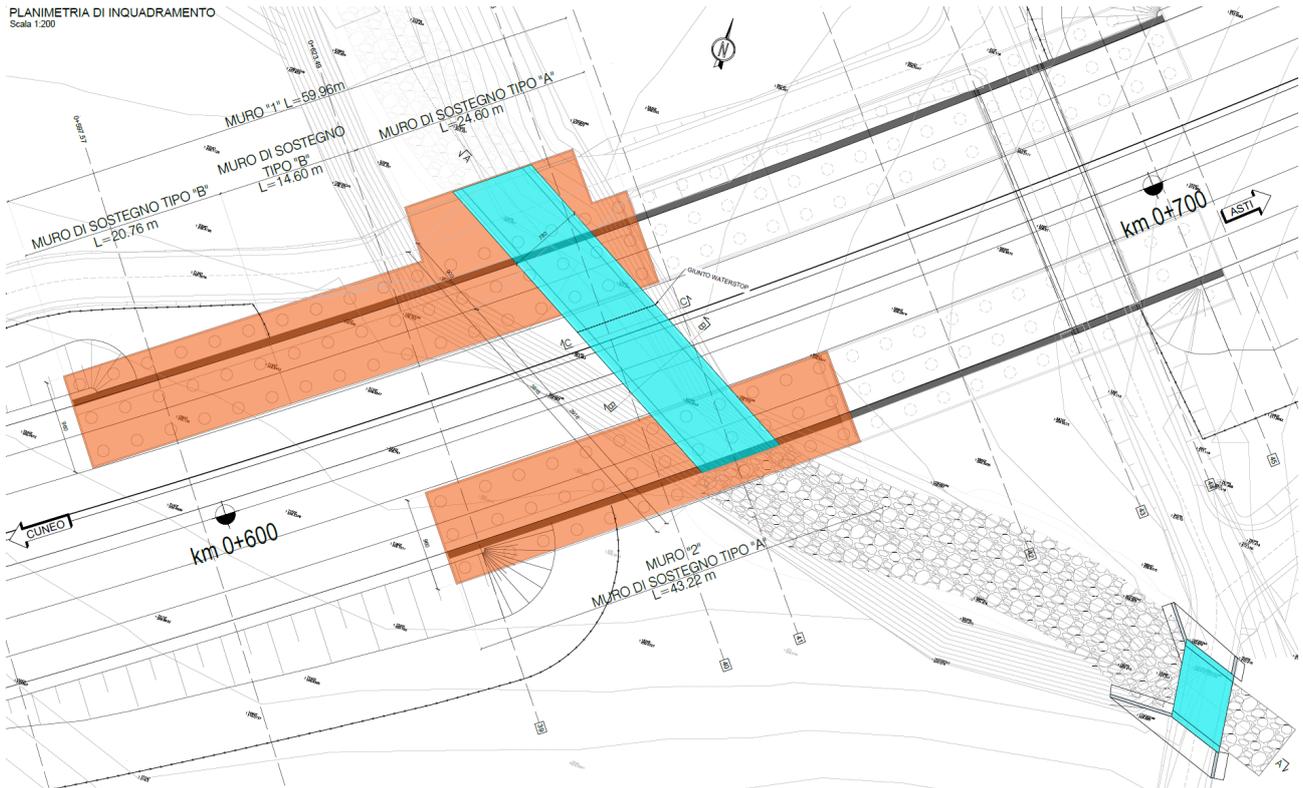


Figura 5.19 - Planimetria

Si tratta di due strutture scatolari in c.a. aventi lunghezze complessive di 38,18 m (29.16m + 9.02m) e 6,08 m, ed una larghezza netta interna di 6,00 m. Lo scatolare di valle presenta una soletta di fondazione di spessore pari a 90 cm, muri di spessore pari a 90 cm, ed è chiuso superiormente da una soletta avente spessore di 90 cm. Lo scatolare presenta un'altezza netta interna di 3,00 m. Lo scatolare di monte invece, presenta una soletta di fondazione di spessore pari a 60 cm, muri di spessore pari a 60 cm ed una soletta superiore avente spessore di 60 cm, e ha un'altezza netta interna di 2,30 m. Il rilevato autostradale in corrispondenza dell'attraversamento dello scatolare è sostenuto da muri di sostegno su pali, costituiti da un paramento in calcestruzzo prefabbricato e fondazioni in c.a. gettato in opera su pali trivellati.

5.2.2. Scatolare strada Poderale pk 0+690

L'opera consiste in un sottopasso scatolare in c.a. necessario a consentire il passaggio di una strada poderale alla Pk 0+690. Lo scatolare ha lunghezza complessiva di 27,00 m e una larghezza di 7,70 m. L'altezza netta interna allo scatolare è di 5,60 m.

Il rilevato autostradale in corrispondenza dell'attraversamento dello scatolare è sostenuto da muri di sostegno su pali, costituiti da un paramento in calcestruzzo prefabbricato e fondazioni in c.a. gettato in opera su pali trivellati. Questi muri sono la prosecuzione dei muri del sottopasso idraulico precedentemente descritto.

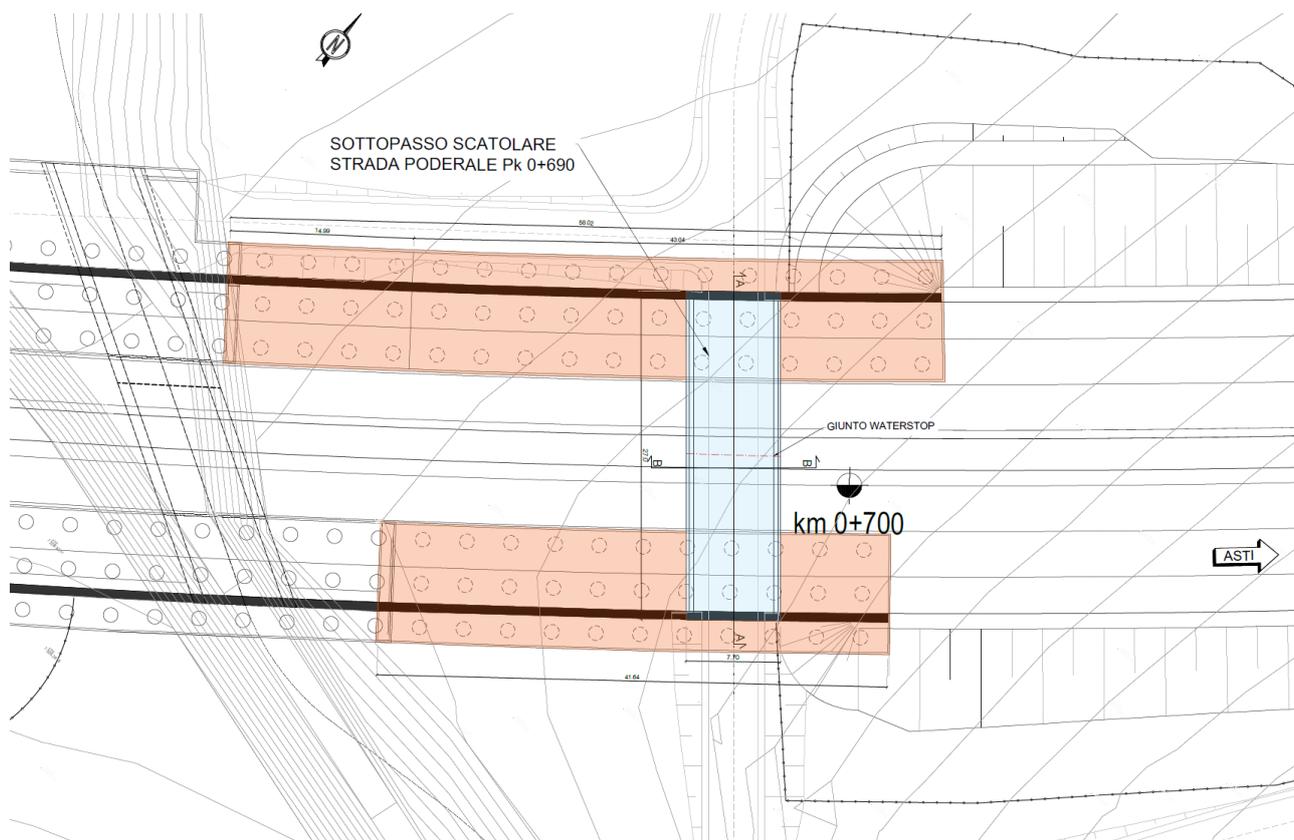


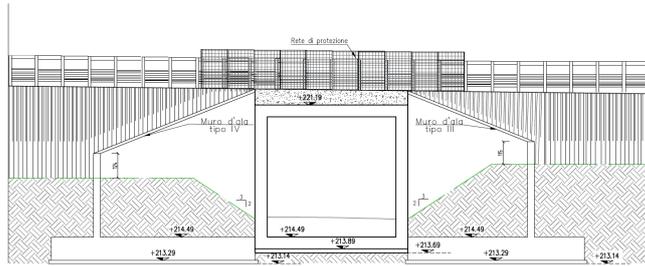
Figura 5.20 - Planimetria

5.2.3. Scatolare strada Poderale pk 1+700

L'opera consiste in uno scatolare che ha la funzione di consentire alla strada poderale alla pk 1+700 di attraversare il rilevato autostradale. Per la riconfigurazione del rilevato è prevista la realizzazione di muri di ala alle due estremità del sottopasso.

I muri d'ala sono costituiti da un paramento in calcestruzzo prefabbricato e fondazioni in c.a. gettate in opera. La fondazione del tipo diretto è costituita da una soletta avente spessore di 1,20 m e presentano ovviamente altezza variabile del paramento, con un massimo di 7,62 m.

PROSPETTO DIR. ASTI
 SCALA 1:100



PROSPETTO DIR. CUNEO
 SCALA 1:100

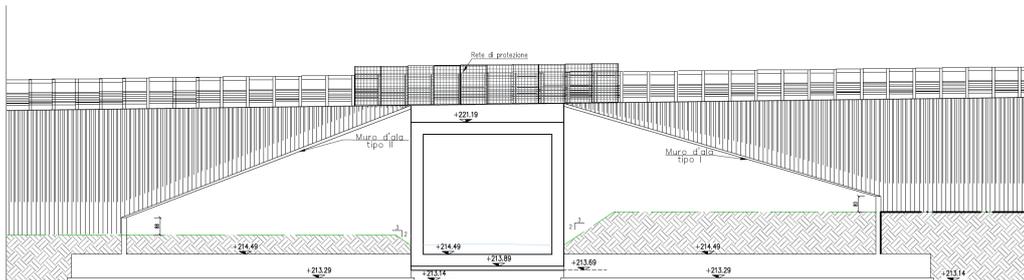


Figura 5.21 - Prospetti direzione Asti e direzione Cuneo

PIANTA SCATOLARE E MURO
 Scala 1:200

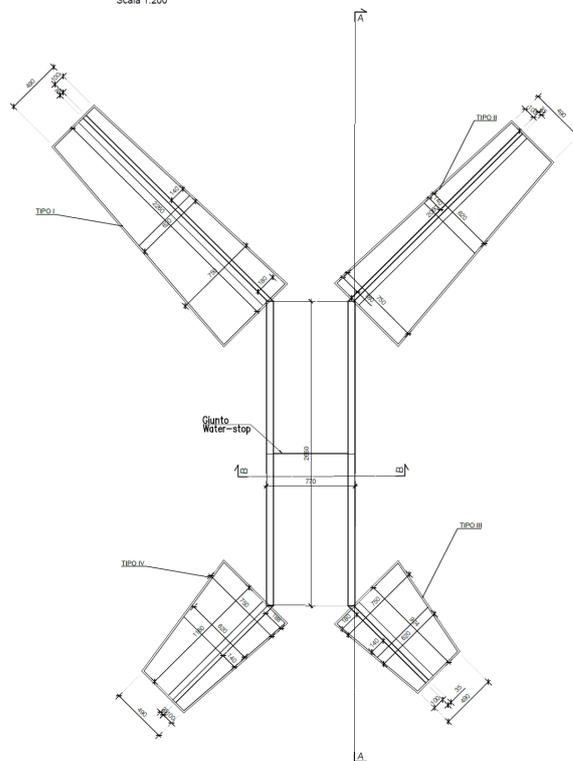


Figura 5.22 - Planimetria

6. OPERE GEOTECNICHE

6.1. OPERE DI SOSTEGNO DELLE TRINCEE

Lungo il tracciato, l'infrastruttura in progetto presenta diversi tratti in trincea. Tra questi, in particolare, ve ne sono quattro in cui l'altezza di scavo per realizzare la piattaforma stradale è piuttosto importante, arrivando fino a 10-11 m dal piano campagna originario. In tali tratti è prevista la realizzazione di opere di sostegno di controripa (paratie) a contenimento del pendio a monte del tracciato. Date le scadenti caratteristiche geotecniche delle formazioni in sito, le paratie permettono di evitare profilature del pendio che, per poterne garantire la stabilità, dovrebbero necessariamente coinvolgere una fascia di terreno molto ampia.

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** seguente è mostrato lo sviluppo del tracciato, con indicate le progressive a cui è previsto che le trincee siano realizzate a parete verticale sostenuta da paratie.

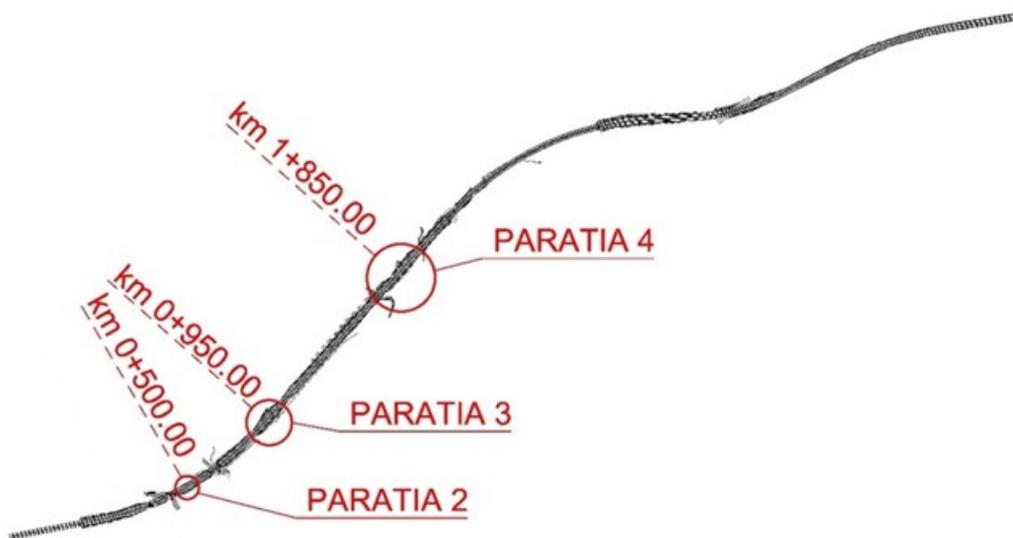


Figura 5.23 - Pianta chiave con indicazione delle progressive di ubicazione delle paratie

In corrispondenza delle paratie 2, 3 e 4, tra l'asse della paratia e la sede stradale sarà interposta una banca di larghezza 3.0 m e altezza compresa tra 2 m e 4 m, con scarpata finale di pendenza 2/3. La banca ha funzione di migliorare la stabilità e ridurre le sollecitazioni sull'opera.

Per il consolidamento della banca e la sistemazione finale è prevista la stesura di terreno vegetale e di geostuoia inerbita accoppiata a rete metallica doppia torsione opportunamente picchettata.

Immediatamente a monte delle paratie è infine prevista la realizzazione di trincee drenanti fino a circa 3 m di profondità, al fine di evitare l'innalzamento temporaneo eccessivo della falda in corrispondenza di episodi piovosi intensi e prolungati.

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** seguente è mostrata una sezione rappresentativa degli interventi descritta.

A tergo della paratia è prevista la realizzazione di una trincea drenante per evitare l'innalzamento della falda contro l'opera in corrispondenza di eventi piovosi intensi e prolungati.

6.1.2. Trincea TR-03

La trincea stradale in esame è compresa tra le progressive pk 0+901 e pk 1+026; l'altezza misurata da sede carrabile al piano campagna del terrapieno (testa paratia), raggiunge un massimo di circa 7.00 m. La paratia vera e propria interessa però i tratti da pk 0+901 a pk 0+951 e da pk 0+998 a pk 1+026, essendo il tratto centrale di circa 50 m occupato dalla paratia/spalla di monte dell'impalcato dell'ecodotto.

La paratia è formata da pali trivellati $\varnothing 800$ mm di lunghezza pali $L_p = 12.80$ m, disposti ad interasse longitudinale di 1.10 m e collegati in sommità da una trave di coronamento in c.a. delle dimensioni 120x120 cm. La paratia avrà un tratto a vista di altezza massima 1.94 m mascherato da un paramento in cls con finitura di tipo sabbiata.

Al piede del tratto a vista è lasciata una banca di larghezza 3 m, che si raccorda alla sede stradale con una scarpata di pendenza 3H:2V e altezza costante 4 m. La scarpata è ricoperta di terreno vegetale e geostuoia inerbita accoppiata a rete metallica doppia torsione opportunamente picchettata. L'intervento serve ad assicurare la stabilità della scarpata e della banca, che a sua volta fornisce un contributo di stabilità alla paratia.

A tergo della paratia è prevista la realizzazione di una trincea drenante per evitare l'innalzamento della falda contro l'opera in corrispondenza di eventi piovosi intensi e prolungati.

6.1.3. Trincea TR-04

La trincea stradale in esame è compresa tra le progressive pk 1+750 e pk 1+902; l'altezza misurata da sede carrabile al piano campagna del terrapieno (testa paratia), raggiunge un massimo di circa 7.76 m.

Per i tratti da pk 1+750 a pk 1+805 e da pk 1+870 a pk 1+902, l'opera consiste in una paratia di pali trivellati $\varnothing 800$ mm di lunghezza pali $L_p = 12.80$ m, disposti ad interasse longitudinale di 1.10 m; per il tratto intermedio da pk 1+805 e pk 1+870 è invece costituita da pali trivellati $\varnothing 1000$ mm di lunghezza pali $L_p = 18.80$ m, disposti ad interasse longitudinale di 1.30 m. Tutti i pali sono collegati in sommità da una trave di coronamento in c.a. delle dimensioni 120x120 cm. La paratia avrà un tratto a vista di altezza massima 3.96 m mascherato da un paramento in cls con finitura di tipo sabbiata.

Al piede del tratto a vista è lasciata una banca di larghezza 3 m, che si raccorda alla sede stradale con una scarpata di pendenza 3H:2V e altezza costante 3 m. La scarpata è ricoperta di terreno vegetale e geostuoia inerbita accoppiata a rete metallica doppia torsione opportunamente picchettata. L'intervento serve ad assicurare la stabilità della scarpata e della banca, che a sua volta fornisce un contributo di stabilità alla paratia.

A tergo della paratia è prevista la realizzazione di una trincea drenante per evitare l'innalzamento della falda contro l'opera in corrispondenza di eventi piovosi intensi e prolungati.

6.2. INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEI RILEVATI

Si prevede la presenza di rilevati di altezze variabili da 4-5 m a circa 10 m. Lungo la gran parte del tracciato, i rilevati di progetto prevedono pendenze pari a 3H:2V, banche di altezza massima pari a circa 5 m intervallate da berme di larghezza pari a circa 2 m. Nel tratto che va all'incirca dalla Pk 0+700 alla Pk 1+800 si prevedono invece pendenze più dolci dei rilevati, pari a 2H:1V.

Al fine di garantire il soddisfacimento delle verifiche SLU e SLE prescritte dalla normativa vigente, sono stati previsti interventi di stabilizzazione e/o riduzione dei cedimenti.

In *Tabella 8* sono elencate le sezioni di calcolo oggetto di questo elaborato con indicazione delle tratte di riferimento e del tipo di intervento.

Per maggiore dettaglio si rimanda ai paragrafi seguenti.

Tabella 8: Interventi di progetto

ID	Sezione di calcolo	Tratta di riferimento	Tipo di intervento	Caratteristiche dell'intervento
Rilevato RLV01	km 0+018	0+015 – 0+290	Bonifica	Spessore 1.5 m
Rilevato RLV02	km 0+707	0+693 – 0+861	Bonifica	Spessore 2.0 m
Rilevato RLV03	km 1+500	1+155 – 1+634	Bonifica	Spessore 2.0 m
Rilevato RLV04	km 1+720	1+635 – 1+800	Inclusioni rigide	Pali CFA D600mm a maglia 3.5m quinconce, L=12m, con interposizione di strato granulare di ripartizione
Rilevato RLV05	km 2+095	1+977 – 2+095	Bonifica	Spessore 2.0 m
	km 2+135	2+095 – 2+156	Inclusioni rigide	Pali CFA D600mm a maglia 3.5m quinconce, L=10m, con interposizione di strato granulare di ripartizione
Rilevato RLV06 RLV07	km 2+340 km 2+360	2+300 – 2+375	Terra rinforzata	Geogriglie di lunghezza variabile tra 8 m e 13 m a interasse 0.76 m, risvoltate 1.0 m, resistenza a lungo termine $T > 70$ kN/m
	km 2+453	2+375 – 2+468	Terra rinforzata + Inclusioni rigide	Geogriglie come sopra più Pali CFA D600mm a maglia 3.5m quinconce, L=4+6m, con interposizione di strato granulare di ripartizione
Rilevato RLV08	km 2+875	2+861 – 3+100	Inclusioni rigide	Pali CFA D600mm a maglia 3.5m quinconce, L=6m, con interposizione di strato granulare di ripartizione
	km 3+100	3+100 – 3+210	Bonifica	Spessore 1.0 m

6.3. INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE DELLE AREE IN FRANA

Come meglio dettagliato negli elaborati dedicati, tutte le aree potenzialmente instabili (aree interessate da frane quiescenti) sono caratterizzate morfologicamente da pendenze relativamente dolci e da spessori abbastanza ridotti (al massimo qualche metro).

Trattandosi per la maggior parte di frane quiescenti, gli interventi proposti sono mirati non tanto ad una stabilizzazione vera e propria, ma al contenimento dei fenomeni che potrebbero innescare i meccanismi di instabilità. Tale contenimento si realizza fundamentalmente con una regimazione superficiale e semi-profonda delle acque per quasi tutte le aree identificate

In un solo caso, in corrispondenza dell'area potenzialmente instabile 02 si è deciso di realizzare un'opera di sostegno vera e propria, costituita da una paratia di pali, posizionata a monte dell'area in esame, per non danneggiare con l'intervento originariamente previsto l'area stessa.

6.3.1. Drenaggio superficiale

Per quanto riguarda il drenaggio superficiale si prevede di realizzare un canale trapezoidale che corra lungo tutto il perimetro delle aree potenzialmente instabili raccogliendo l'acqua che ruscella superficialmente sia da monte che all'interno dell'area stessa.

Tale canale, una volta raccolte le acque superficiali le recapiterà, a gravità, nella linea di drenaggio generale delle acque superficiali già prevista in progetto.

Il canale ha forma trapezoidale con base minore pari a 0.7m e base maggiore pari a 1.5m. La profondità del canale è di 0.7m.

Nei punti di raccordo saranno posizionati dei pozzetti di dimensione interna 2.0x2.0.

6.3.2. Drenaggio semi-profondo

Per quanto riguarda il drenaggio semi-profondo si prevede di realizzare una serie di trincee drenanti all'interno dell'area potenzialmente instabile, posizionate lungo le linee di massima pendenza.

Il sistema di trincee permette di controllare il livello di falda all'interno dell'area, impedendo alle acque di falda di saturare completamente il terreno sino a piano campagna, anche in corrispondenza degli eventi piovosi. Il drenaggio così realizzato, efficace dei primi 2m di terreno, riduce drasticamente la possibilità di innesco di meccanismi franosi.

Le trincee drenanti hanno le seguenti caratteristiche:

- Profondità nella sezione corrente 2.5 m, forma trapezoidale con base minore 1.1 m e base maggiore 2.15 m;
- La profondità della canaletta diminuirà gradualmente spostandosi verso valle, in modo da permettere, una volta giunti in prossimità del recapito nel canale trapezoidale, l'attacco al pozzetto di collegamento, in corrispondenza del quale la trincea avrà profondità pari a 0.5m;
- Le trincee saranno rivestite con tessuto-non-tessuto di separazione, al cui interno sarà posizionato un tubo fessurato di diametro 250mm e riempimento in materiale granulare selezionato. La parte finale del riempimento, 1.0 m, sarà eseguita con terreno da coltivo, così da ripristinare in superficie le condizioni del terreno circostante;
- Le trincee saranno realizzate lungo le linee di massima pendenza ad un interasse di circa 20m l'una dall'altra.

Gli interventi di drenaggio sopra descritti dovranno essere corredati da un adeguato sistema di monitoraggio che comprende sia piezometri che inclinometri, da installarsi prima dell'inizio dei lavori in modo da permettere un controllo continuo e puntuale sia durante che dopo l'esecuzione dei drenaggi, dei livelli di falda e degli eventuali movimenti franosi che si dovessero instaurare.

Le modalità di esecuzione delle trincee dipendono dalla profondità e dalla situazione litologica e idrogeologica locale. Lo scavo deve essere eseguito per piccoli tratti da valle verso monte, in modo da esercitare una funzione drenante già in fase di costruzione. Lo scavo sarà eseguito con ragno o con escavatore cingolato.

6.3.3. Descrizione delle aree di intervento

Nel dettaglio le diverse aree potenzialmente instabili prevedono i seguenti interventi di stabilizzazione:

Area di intervento 02

Per quest'area si ritiene opportuno realizzare un intervento costituito da una paratia di pali di diametro 1200mm, ad interasse 1.5m, di lunghezze comprese tra 22 e 24m. La paratia sarà sormontata da una trave di coronamento di dimensioni 2.0m x 1.0m, con uno sviluppo complessivo di 115.6 m.

Area di intervento 03

Per quest'area si ritiene opportuno realizzare un intervento combinato che comprende le seguenti opere:

- Canale trapezoidale di bordo per una lunghezza complessiva di circa 705 m;
- N°2 trincee drenanti all'interno dell'area per una lunghezza complessiva di circa 580 m;
- N°2 pozzetti di raccordo tra le trincee drenanti ed il canale trapezoidale di bordo.

Area di intervento 04

Per quest'area si ritiene opportuno realizzare un intervento combinato che comprende le seguenti opere:

- Canale trapezoidale di bordo per una lunghezza complessiva di circa 300 m;
- N°4 trincee drenanti all'interno dell'area per una lunghezza complessiva di circa 180 m;
- N°4 pozzetti di raccordo tra le trincee drenanti ed il canale trapezoidale di bordo.

Area di intervento 05

Per quest'area si ritiene opportuno realizzare un intervento combinato che comprende le seguenti opere:

- Canale trapezoidale di bordo per una lunghezza complessiva di circa 450 m;
- N°1 trincea drenante di monte costituita da una cortina di pali in calcestruzzo alveolare di diametro 800 mm e lunghezza 7 m posti ad interasse 0.6 m, per uno sviluppo complessivo di circa 113 m;
- N°7 dreni sub-orizzontali micro-fessurati per una lunghezza di circa 410 m;
- N°28 gabbioni metallici (2.0x1.0x1.0m) rivestiti in pietrame che delimitano la zona di scarico dei dreni;
- N°3 pozzetti di raccordo tra le canalette ed il canale trapezoidale di bordo;
- N°1 intervento di riprofilatura della scarpata in rapida degradazione immediatamente a monte dell'area da stabilizzare.

Area di intervento 06

Per quest'area si ritiene opportuno realizzare un intervento combinato che comprende le seguenti opere:

- Canale trapezoidale di bordo per una lunghezza complessiva di circa 695 m;
- N°8 trincee drenanti all'interno dell'area per una lunghezza complessiva di circa 1080 m;
- N°8 pozzetti di raccordo tra le trincee drenanti ed il canale trapezoidale di bordo.

7. BARRIERE ANTIRUMORE

Lo Studio Acustico è stato revisionato rispetto al Progetto Definitivo in risposta alle prescrizioni di cui al voto n. 52/2022 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Rispetto al Progetto Acustico Definitivo si è inoltre provveduto ad aggiornare il modello di calcolo CNOSSOS-EU che, rispetto all'edizione 2015, ha subito importanti variazioni con l'entrata in vigore nel 2022 della Direttiva UE 1126/2021.

Relativamente alla fase di esercizio dell'infrastruttura, le nuove simulazioni di rumore nello scenario ante mitigazione hanno evidenziato la presenza di esuberanti potenziali lungo il tracciato in oggetto, compreso il Nuovo Ospedale di Alba-Bra.

Come già esposto al par. 3.4.1, a seguito dell'aggiornamento dello studio acustico si è resa necessaria l'installazione di due tratti di barriere antirumore opache di altezza 4 m e 3 m, rispettivamente all'inizio e alla fine del lotto. A queste si aggiungono due barriere sul viadotto sulla SP7, lato monte e lato valle, senza finalità acustiche ma unicamente paesaggistiche che contribuiranno tuttavia a preservare il clima acustico della vallata.

Lo sviluppo complessivo delle mitigazioni ammonta a 1411 m. Si riportano nel seguito alcuni dettagli grafici sulle suddette barriere.

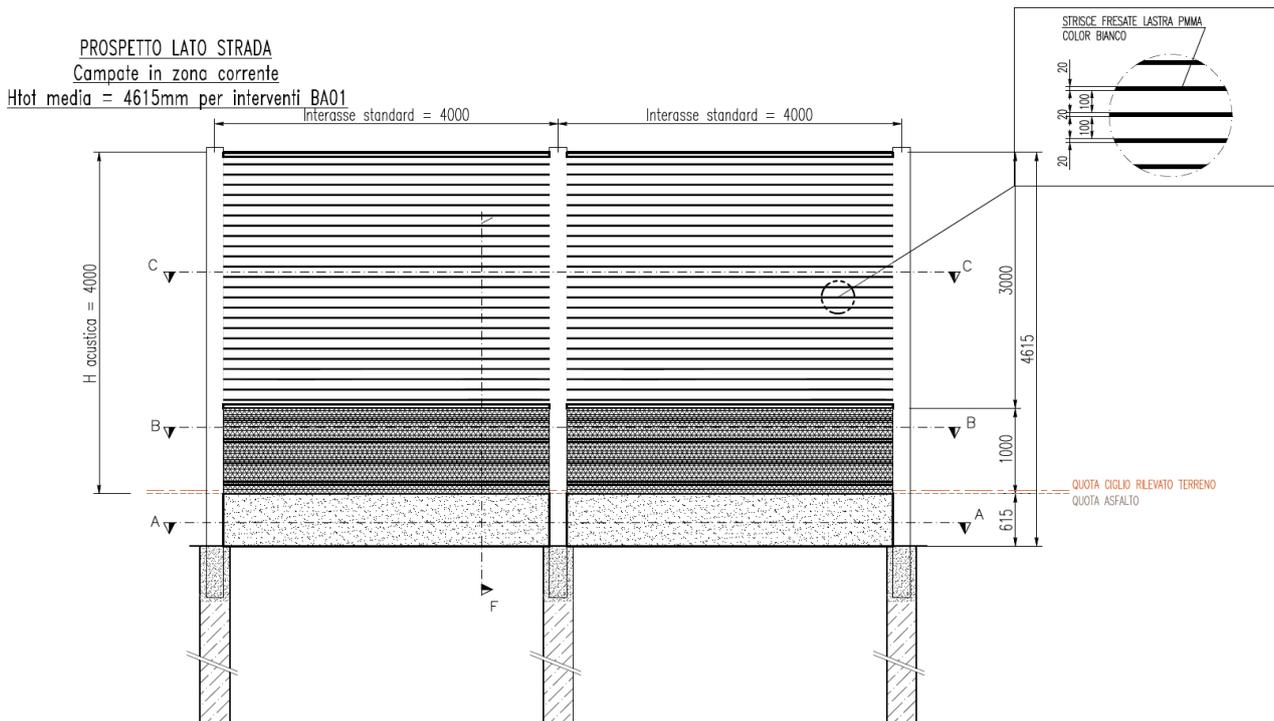


Figura 7.1 - Prospetto tipologico barriera antirumore opaca

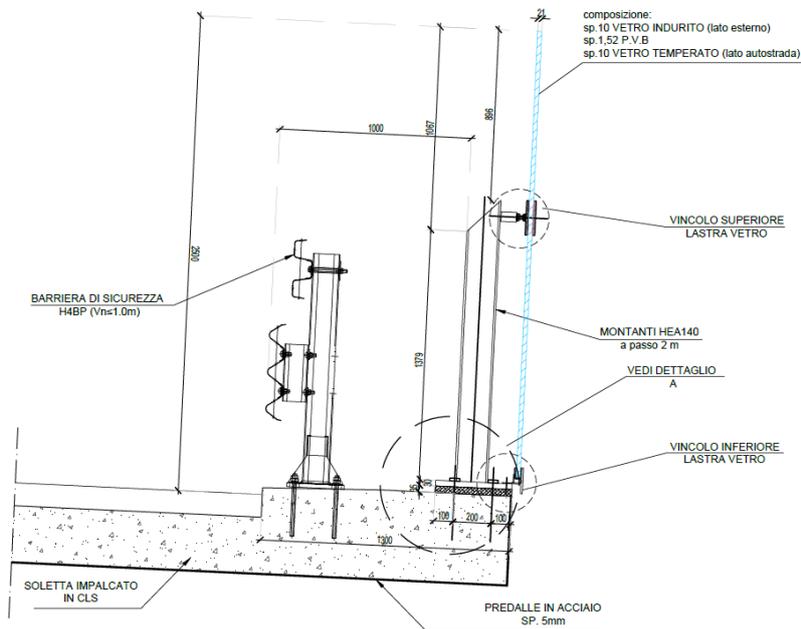


Figura 7.2 - Sezione tipo barriera fonoriflettente su cordolo del Ponte SP7

8. PORTALI

8.1. STRUTTURE PORTALI IN ITINERE

In corrispondenza del Lotto in esame, è prevista l'installazione di n°2 portali PMV in Itinere, della tipologia a bandiera in carpenteria metallica, disposti lungo la tratta autostradale alle seguenti progressive.

ID opera	Tratta di appartenenza	Progressiva assoluta	Progressiva relativa	Direzione
PMV.I.1	Lotto II.6a	32+642	0+278	Cuneo
PMV.I.2	Lotto II.6a	36+219	3+855	Asti

La struttura in oggetto è costituita da un portale della tipologia a bandiera in carpenteria metallica, con struttura a traliccio, la cui funzione è quella di sostenere un display a messaggio variabile e apparati elettronici per il traffico autostradale. I portali in progetto sono caratterizzati da una luce netta massima pari a circa 12.5m per un'altezza massima del portale pari a circa 8.90m.

VISTA FRONTALE

SCALA 1:50

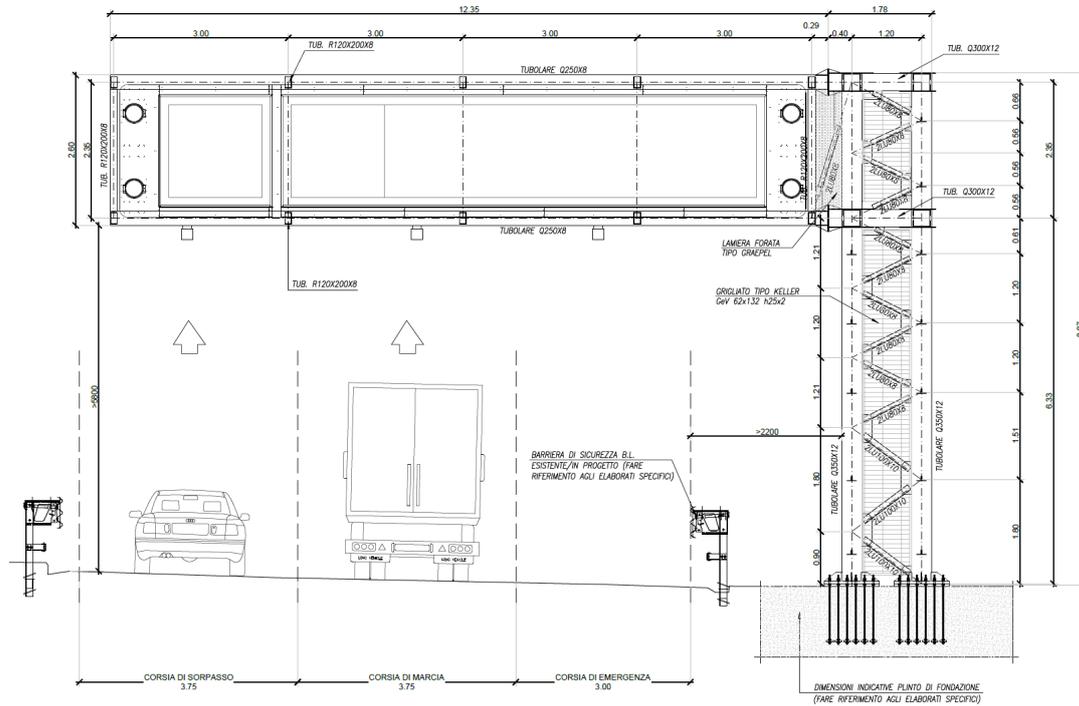


Figura 8.1 - Prospetto frontale portale PMV in itinere

Il portale è costituito da una trave orizzontale realizzata mediante una struttura tralicciata di luce pari a 12.345m incastrata ad un'estremità al piedritto laterale; sono presenti pertanto quattro correnti principali, due inferiori e due superiori in tubolare quadro 250*8mm, collegati fra loro mediante profili tubolari rettangolare 120x200x8mm e diagonali in profili angolari accoppiati 2LU80x8mm. Sul lato rivolto alla direzione di provenienza del traffico, il traverso è privo di profili verticali e diagonali per consentire l'installazione del display a messaggio variabile in progetto.

Le colonne sono realizzate anch'esse da una struttura a tunnel tralicciato in profili scatolari quadri di dimensioni 350x12 mm, uniti tra loro da diagonali in profili angolari accoppiati 2LU80x8mm. Sul lato opposto alla direzione del traffico viene lasciata un'apertura necessaria all'accesso al portale. La porta di accesso al ritto sarà dotata di lucchetto di chiusura per consentirne l'apertura ai soli addetti alla manutenzione.

Il traverso orizzontale è collegato alle colonne per mezzo di giunti bullonati di classe 8.8.

Tutta la struttura è protetta dagli agenti atmosferici mediante zincatura a caldo.

All'interno della colonna sono predisposti gli attacchi per l'inserimento di una scala di servizio alla marinara che permette di accedere al piano di camminamento per manutenzione disposto in corrispondenza dell'elemento orizzontale.

I rivestimenti esterni della struttura sono costituiti da un grigliato tipo Keller GeV 62x132 h25x2mm per il ritto verticale mentre il traverso è caratterizzato da un rivestimento laterale in lamiera forata tipo Graepel. Il piano di camminamento è costituito invece da un grigliato metallico tipo Keller GeO maglia 30x50mm con piatto portante 25x2mm. La struttura di copertura superiore è realizzata mediante una lamiera cieca sagomata a doppia pendenza per impedire l'accumulo di neve.

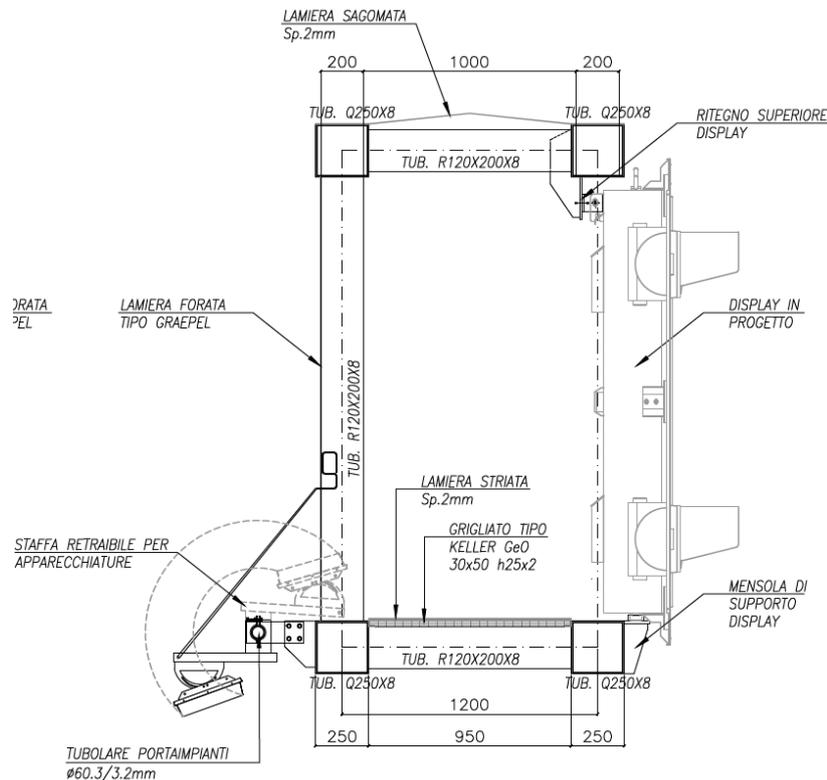


Figura 8.2 - Sezione verticale camminamento

Le fondazioni, che costituiscono l'unico elemento in c.a. gettato in opera, sono costituite da plinti su micropali; l'ancoraggio è garantito da tirafondi in acciaio annegati nel getto, uniti alla struttura superiore mediante una piastra di collegamento saldata alla base delle colonne.

I plinti in oggetto presentano dimensioni in pianta pari a 7.00x4.50m per uno spessore pari a 1.50m, e risultano fondati su n° 18 micropali caratterizzati da un diametro di perforazione pari a 250mm per una lunghezza di 15.0m. L'armatura tubolare, in acciaio S355, è costituita da profili tubolari ϕ 168.3mm spessore 12.5mm.

Nell'immagine seguente si riporta la disposizione in pianta dei micropali di fondazione in progetto.

Il posizionamento planimetrico dei portali in progetto lungo la tratta autostradale è studiata al fine di garantire una distanza dal filo delle barriere di sicurezza (>2.20m) superiore alla larghezza di funzionamento delle barriere stesse.

Il franco verticale minimo garantito è invece pari a 5.80m al sottotrave rispetto al punto più alto della sede viabile sottostante.

8.2. PORTALE FREE FLOW P-07

Alla PK relativa 4+162 (PK assoluta 36+529) è presente uno degli otto portali a scavalco previsti dal progetto dell'impianto di esazione pedaggio "Free Flow" (altro appalto) lungo il collegamento autostradale Asti-Cuneo, in corso di realizzazione.

La struttura è costituita da un portale della tipologia a cavalletto in carpenteria metallica, con struttura a traliccio, la cui funzione è quella di sostenere apparati elettronici per il traffico autostradale (boe

telepass e telecamere). I portali in progetto sono caratterizzati da una luce netta massima pari a 29.8m per un'altezza massima del portale pari a 8.80m.

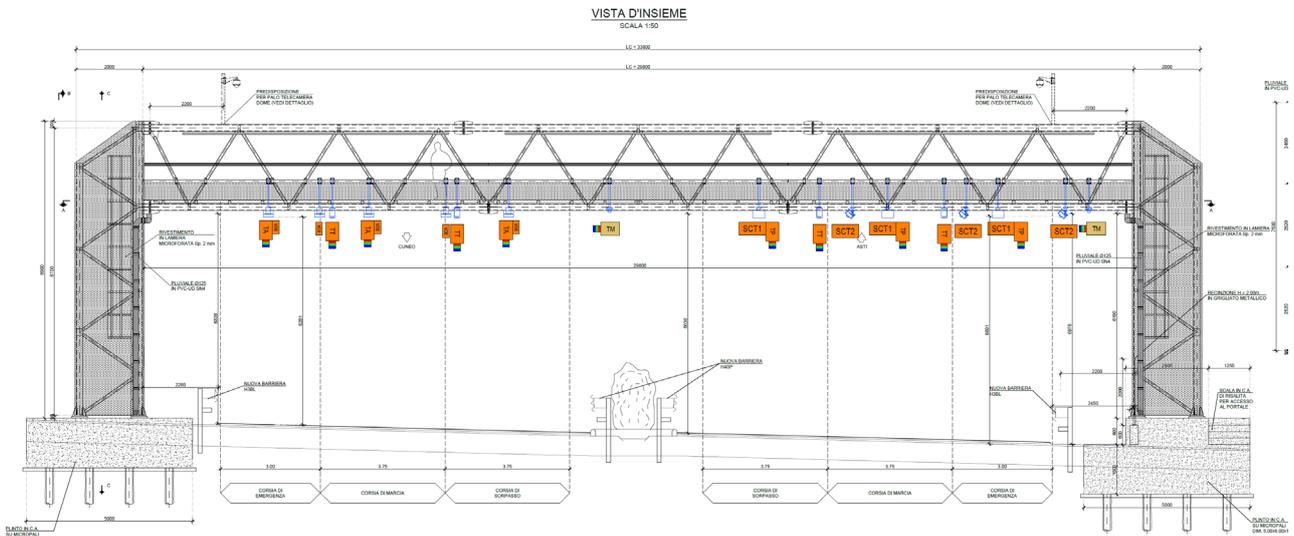


Figura 8.3 - Prospetto frontale portale free flow

Il portale è costituito da un tunnel realizzato mediante una struttura tralicciata, completata in sito per mezzo di giunti flangiati. Ogni traverso orizzontale è formato da quattro correnti principali, due inferiori e due superiori in tubolare quadro 200*8mm, collegati fra loro su tutti i quattro lati da diagonali in profilo tubolare rettangolare 160*80*8mm. Le colonne sono realizzate anch'esse da una struttura a tunnel tralicciato in profili scatolari quadri di dimensioni 200x8 mm, uniti tra loro da montanti e diagonali, sempre con sezione tubolare di dimensioni 160x80x8mm. Sul lato opposto alla carreggiata viene lasciata un'apertura necessaria all'accesso al portale. All'interno delle colonne sono predisposte scale di servizio alla marinara che permettono di accedere al piano di camminamento per manutenzione. Entrambe le colonne insistono su apposite piazzole, una delle quali (quella in direzione Asti) è dimensionata per poter ospitare lo shelter impiantistico recintato a servizio del portale.

SEZIONE TRASVERSALE TIPO

SCALA 1:25

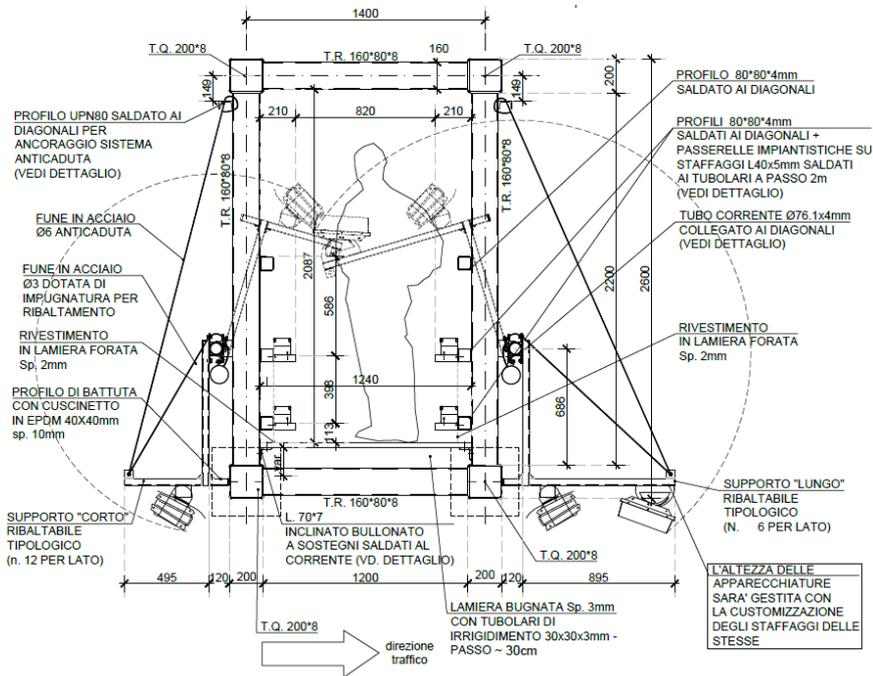


Figura 8.4 - Sezione trasversale tipo

Tutta la struttura è protetta dagli agenti atmosferici mediante zincatura a caldo.

Le fondazioni, che costituiscono l'unico elemento in c.a. gettato in opera, sono costituite da plinti su micropali; l'ancoraggio è garantito da tirafondi in acciaio annegati nel getto, uniti alla struttura superiore mediante una piastra di collegamento saldata alla base delle colonne.

I plinti in oggetto presentano dimensioni in pianta pari a 6.00x5.00m per uno spessore pari a 1.50m, e risultano fondati su 16 micropali valvolati caratterizzati da un diametro di perforazione pari a 250mm.

Per maggiori indicazioni si rimanda agli elaborati di dettaglio del già citato progetto dell'impianto di esazione "Free Flow".

9. IMPIANTI

Gli impianti elettrici tecnologici, previsti a servizio del Tronco II Lotto 6a del collegamento autostradale Asti-Cuneo tra la autostrada A6 (Torino - Savona) e la A21 (Torino Piacenza Brescia), sono di seguito sintetizzati:

- **Impianti elettrici ordinari**
 - Rete di distribuzione MT/BT per alimentazione utenze remote;
 - Impianto di illuminazione e guida luminosa in caso di nebbia;
- **Infrastrutture di distribuzione**
 - Infrastruttura per impianti elettrici MT/BT;
 - Infrastruttura per impianti di guida luminosa in caso di nebbia;
- **Impianti speciali**
 - Impianti rivolti all'informazione dell'utenza stradale (PMV in itinere);
 - Sistema di videosorveglianza ed AID;
 - Sottosistema radar per monitoraggio traffico;
 - Sistema di monitoraggio del traffico;
 - Sistema di monitoraggio condizioni meteo;
 - Sistema di soccorso SOS;
 - Sistema di controllo accessi locali tecnici;
 - Sistema di trasmissione dati;
 - Sistema di supervisione e telecontrollo.
- **Infrastrutture di distribuzione**
 - Infrastruttura per rete dati.

Nella progettazione degli impianti tecnologici sono state considerate soluzioni che garantiscano i seguenti obiettivi:

- flessibilità, soprattutto per gli impianti elettrici e di trasmissione dati, al fine di rendere semplice l'adattabilità a qualsiasi eventuale esigenza di future modifiche;
- semplicità di manutenzione delle diverse apparecchiature;
- sicurezza dell'infrastruttura stradale oggetto di specifica progettazione in riferimento agli operatori ed agli utenti;
- standardizzazione delle soluzioni impiantistiche sulla base dell'esperienza di progettazione/realizzazione di analoghi interventi sulla stessa tratta autostradale;
- riduzione dei costi di gestione, dei consumi energetici e dei costi di manutenzione;
- uniformità, elevata qualità, robustezza sono i criteri adottati per la scelta di apparecchiature destinate alle condizioni di lavoro più gravose.

9.1. NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del progetto definitivo degli impianti per l'opera in oggetto.

Leggi e Decreti

- D. Leg.vo n. 285 del 1992 – “Nuovo Codice della Strada”, D. Leg.vo n.9 del 15/01/2002, “Disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada” e s.m.i.
- D. Lgs n° 264 del 5/10/2006 di attuazione della Direttiva europea 2004/54/CE
- D.M. del 14/09/05 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali"
- D.M. del 5/11/2001 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”

- D.M. n° 37 del 22/01/08 "Regolamento [...] recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- Legge Regione Piemonte 9 febbraio 2018, n° 3. Modifiche alla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 (Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche).

Norme CEI

Tutta la normativa del Comitato Elettrotecnico Italiano in generale, di interesse per le opere in oggetto ed in particolare:

- Norma CEI 0-16 – “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica” (nel caso di fornitura in MT).
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- Norma CEI 11-25 (IEC 60909-2001) - "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata."
- Norma CEI 17-5 - “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”
- Norma CEI 17-113 - “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua”
- Norma CEI EN 50522 - “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a..”
- Norma CEI EN 50272 - “Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni”
- Norma CEI EN 60947-2 - “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”
- Norma CEI EN 60898-1 - “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata”
- Norma CEI EN 61439 - “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”
- Norma CEI EN 61936-1 - “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in c.a. – Parte 1: Prescrizioni comuni.”
- Norma CEI EN 62271-200 - “Apparecchiatura ad alta tensione Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52
- Norma CEI EN 61386-24 -“ Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati”
- Norma CEI EN 50173 – “Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato”
- Norma CEI EN 50174 – “Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio”
- Norma CEI EN 50310 – “Applicazione della connessione equipotenziale e della messa a terra in edifici contenenti apparecchiature per la tecnologia dell'informazione”
- Tabella CEI-UNEL 36011- “Cavi per sistemi di comunicazione - Sigle di designazione”
- Norma CEI EN 60793-2 – “Fibre ottiche - Parte 2: Specifiche di prodotto – Generalità”
- Norma CEI EN 60794-3 – “Cavi in fibra ottica-Parte 3: Specifiche settoriali - Cavi da esterni”
- Norma CEI EN 60874-1 – “Connettori per fibre e cavi ottici”
- Norma CEI EN 61073-1 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi in fibra ottica - Giunti meccanici e protezioni di giunti a fusione per fibre e cavi ottici - Parte 1: Specifica generica”

- Norma CEI EN 61300-2-2 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali - Parte 2-2: Prove - Resistenza all’usura della connessione”
- Norma CEI EN 61300-3-6 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali - Parte 3-6: Esami e misure - Attenuazione di riflessione”
- Norma CEI EN 61300-3-34 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali - Parte 3-34: Esami e misure - Attenuazione di connettori accoppiati in modo casuale”
- Guida tecnica CEI 214-13 o Rapporto tecnico UNI/TR 11218 – “Pannelli a Messaggio Variabile – Caratteristiche in funzione degli ambiti applicativi”

Norme UNI

Tutta la normativa UNI, di interesse per le opere in oggetto ed in particolare:

- Norma UNI 12899-1 – “Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 1: Segnali permanenti”
- Norma UNI 12966-1 – “Segnaletica verticale per il traffico stradale – Pannelli a Messaggio Variabile - Parte 1: Norma di prodotto”

Norme ITU

- ITU-T G.650 - Definition and test methods for the relevant parameters of singlemode fibres
- ITU-T G.652 - Characteristics of a single-mode optical fibre cable

9.2. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI

Gli impianti previsti nel presente progetto dovranno essere realizzati nei seguenti ambienti tipici:

- Locali tecnici: trattasi di ambienti ordinari (assimilabili ad ambienti industriali), pertanto per gli impianti realizzati al loro interno valgono le regole generali indicate nelle parti 4 e 5 della Norma CEI 64-8.
- Opere all’aperto: trattasi di ambienti ordinari, pertanto per gli impianti realizzati nelle zone oggetto di lavorazione valgono le regole generali indicate nelle parti 4 e 5 della Norma CEI 64-8.

Si sottolinea che, tutti i nuovi cavi previsti per l’opera in oggetto dovranno essere rispondenti al CPR (regolamento prodotti da costruzione UE 305/11), dotati di marcatura CE e provvisti di dichiarazione di performance.

In particolare, per l’opera in oggetto la tipologia di cavo ammessa, considerando il livello di rischio basso è la seguente: per impianti in locali tecnici e all’aperto, euroclasse C_{ca} - s3, d1, a3.

9.3. RETE DI DISTRIBUZIONE MT/BT

In analogia a quanto in opera lungo gli altri lotti dell’autostrada, si prevede la realizzazione di un impianto di alimentazione in media tensione a servizio delle utenze remote, distribuite lungo il tracciato autostradale, con una dorsale in cavo con tensione nominale di 5,5 kV.

L’impianto si occuperà dell’alimentazione delle seguenti tipologie d’utenza:

- guida luminosa in caso di nebbia in itinere
- Pannelli a Messaggio Variabile (PMV) in itinere
- impianti di videosorveglianza – AID
- impianti di controllo traffico
- impianti di controllo accessi

- impianto SOS
- shelter TLC
- stazione meteo
- impianti di automazione e controllo

Presso ogni gruppo di utenze sarà previsto un box prefabbricato, caratterizzato da tre vani:

- vani trasformatore,
- vani quadro di media tensione.
- vani quadro di bassa tensione.

Nel vano trasformatore sarà installato un trasformatore MT/bt - 5,5kV / 400V.

Nel vano quadro di bassa tensione sarà alloggiato il quadro di bassa tensione QBT-TERx, equipaggiato con interruttore generale ed interruttori di protezione per i carichi alimentati.

Nella fattispecie, per il lotto in oggetto, le dorsali 5.5kV saranno attestate ai quadri elettrici MT installati in corrispondenza delle seguenti cabine elettriche:

- cabina Cherasco
- cabina Alba-Ovest

Ciascuna tratta di linea a 5.5kV è attestata a due cabine MT/MT, per garantire maggior ridondanza in caso di guasti. In ogni caso tuttavia non sono previste configurazioni con doppie alimentazioni con richiusura contemporanea su 2 cabine: ogni tratta in cavo a 5.5kV viene alimentata o dalla cabina da un lato o dall'altro.

9.4. QUADRI ELETTRICI BT

Nell'opera in oggetto sono previste le seguenti tipologie di quadri di bassa tensione:

- quadro di bassa tensione QBT-TERx, da realizzare per ogni vano BT dei box di trasformazione MT/BT in itinere;
- quadro di bassa tensione QSH, da realizzare a servizio dello shelter TLC;
- quadro di bassa tensione QPMV, da realizzare a servizio di ogni shelter PMV;
- quadro di bassa tensione QSOS, da realizzare a servizio di ogni postazione SOS;
- quadro di bassa tensione QTVCC, da realizzare a servizio di ogni postazione TVCC.

Ciascun quadro sarà equipaggiato con i dispositivi di protezione indicati nei rispettivi elaborati grafici. Completano l'elenco dei quadri BT i quadri realizzati per la postazione Free Flow (oggetto di altra progettazione) e costituiti da:

- quadro di bassa tensione QBTF, da realizzare a servizio della cabina di consegna;
- quadro di bassa tensione QFF, da realizzare a servizio degli impianti di esazione realizzati sul portale.

I quadri di bassa tensione QBT-TERx siano essi monofase o trifase saranno realizzati in armadio in lamiera verniciata con anta a vetro della dimensione minima necessaria al contenimento delle apparecchiature come evidenziato nei relativi elaborati di progetto. Gli stessi saranno collocati all'interno di apposito locale all'interno del box prefabbricato di cui al punto precedente e per tanto avranno grado minimo di protezione IP40.

I quadri QSOS, QTVCC e QILL, realizzati in esecuzione per esterno saranno alloggiati in armadio in VTR dalle dimensioni minime di mm 800x400x1250, in esecuzione IP65 e posati su basamento in cls come da disegno allegato.

I quadri QSH e QPMV, realizzati in armadio in lamiera da appoggio con dim. 800x400x2100 ed alloggiati nei relativi shelter in itinere, avranno grado di protezione IP20 e saranno dimensionati per accogliere tutte le apparecchiature di protezione / comando previste negli relativi schemi di progetto.

9.5. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Il progetto prevede l'adeguamento dell'impianto d'illuminazione attuale a servizio dello svincolo di Cherasco e dello svincolo di Bra-Marene.

L'impianto di illuminazione è stato progettato in ottemperanza alle richieste della normativa UNI 11248 e delle UNI EN 13201-1-2-3, nonché alle richieste derivanti dalle Leggi Regionali della Regione Piemonte in termini di limitazione dell'inquinamento luminoso e risparmio energetico.

Le componenti viarie di ogni svincolo per le quali il progetto prevede un impianto di illuminazione sono:

- le piste (o rami) di entrata;
- le piste (o rami) di uscita.

le quali, ai sensi della Norma UNI sopraccitata si configurano come “zone di conflitto”, cioè quelle zone della strada nelle quali i flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro.

La progettazione degli impianti di illuminazione di cui trattasi è stata redatta in conformità alle disposizioni prescritte dalle Leggi Regionali vigenti in tema di risparmio energetico e di lotta all'inquinamento luminoso. Più precisamente:

- Legge Regionale del Piemonte n.31 del 24/03/2000 – “Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”
- Legge Regionale del Piemonte n.3 del 09/02/2018 - “Modifiche alla legge Regionale 24 marzo 2000, n. 31”

Per quanto concerne il rispetto dei “Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica” di cui al D.M. del 27/09/2017, resta inteso che tali criteri si applicano soltanto agli impianti di illuminazione pubblica ovvero asserviti alle aree aperte al pubblico.

Nel caso specifico quindi essi trovano applicazione nell'ambito degli impianti di illuminazione dedicati alle corsie di ingresso/uscita dalla rete autostradale.

Gli svincoli di Cherasco e di Bra-Marene risultano attualmente dotati di un impianto di illuminazione asserviti alle diverse rampe di ingresso/uscita sia in direzione Asti che in direzione Cuneo, costituito da PL su palo.

Per lo svincolo di Cherasco gli apparecchi attuali verranno tutti rimossi mentre saranno mantenuti i sostegni ed i relativi sbracci laddove presenti tranne che nei rami di svincolo ad oggi non utilizzati dove i pali verranno sostituiti.

L'intervento prevede:

- la sostituzione degli apparecchi esistenti con nuovi corpi illuminanti a LED +
- il rifacimento delle linee di alimentazione BT per i due rami lato Asti che risultano attualmente fuori servizio
- recupero dei sostegni esistenti ovvero la loro sostituzione (rami ad oggi non utilizzati)
- il recupero delle linee BT esistenti salvo quanto sopra precisato
- il recupero del quadro BT di alimentazione QILL

I PL saranno alimentati in derivazione dal quadro elettrico (QILL) esistente mediante linee (nuove ed esistenti) posate, generalmente, entro tubazioni interrate.

Per la regolazione dell'impianto di illuminazione, in ossequio alle Leggi in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso, il progetto prevede un sistema di regolazione ad onde radio. Ogni apparecchio illuminante sarà pertanto equipaggiato di adeguato modulo di regolazione ed antenna di comunicazione radio. L'accensione e lo spegnimento dei circuiti di illuminazione verrà comandata da un sensore crepuscolare esistente, situato all'esterno del quadro interfacciato al PLC di gestione (esistente) a sua volta interfacciato con la nuova centralina di gestione ad onde radio tramite una connessione dati Ethernet.

Per lo svincolo di Bra-Marene si prevede la sostituzione di apparecchi e pali per la realizzazione del nuovo ramo.

9.6. GUIDA LUMINOSA IN CASO DI NEBBIA IN ITINERE

Il progetto prevede, a servizio della tratta autostradale in oggetto, un impianto di guida luminosa attiva in itinere, che permetta una migliore percezione della direzione di marcia in condizioni di scarsa visibilità, soprattutto in considerazione del contesto territoriale in cui è inserita l'infrastruttura che risulta soggetto, soprattutto nei mesi invernali, alla frequente presenza di nebbia.

Il sistema sarà caratterizzato da delineatori di carreggiata, con segnalatore a LED, da posare a lato sinistro in appoggio al guard-rail.

I delineatori verranno installati a bordo carreggiata, ad interdistanza di circa 50 metri, permettendo di realizzare tre funzioni indispensabili per la sicurezza della circolazione stradale ed autostradale:

- delineazione del bordo carreggiata secondo la normativa stradale;
- segnalazione di situazioni di pericolo mediante l'accensione lampeggiante della lampada a LED;
- guida luminosa in caso di nebbia mediante accensione continua della lampada a LED, regolata in funzione della quantità di nebbia e dell'illuminamento (giorno/notte).

L'impianto potrà essere attivato da specifici sensori di nebbia nel caso in cui l'opacità dell'aria risulti oltre un limite prefissato. L'impianto potrà quindi essere gestito:

- in automatico, al rilevamento della presenza di nebbia da parte di un apposito sensore ovvero tramite la comunicazioni d'allarme da stazioni meteo disposte lungo la tratta;
- manualmente in locale o dal COC sulla base di una decisione degli operatori.

Inoltre, il sistema di controllo, sulla base della luminosità ambientale (giorno, notte, crepuscolo) regolerà la luminosità delle sorgenti luminose (per evitare abbagliamento e/o attivare le sorgenti in modo uniforme in condizioni di visibilità diverse).

Il sistema, attraverso l'elettronica di gestione e comando presente nel quadro generale, permette di attivare la scheda attraverso un segnale esterno:

- crepuscolare se si vuole farlo accendere tutte le notti;
- da dispositivo di rilevamento nebbia se deve intervenire sempre in di presenza di nebbia sia diurna che notturna;
- da remoto attraverso comando da rete COC.

Il sistema potrà garantire i seguenti tipi di funzionamento:

- luce fissa;
- luce lampeggiante;
- rincorsa (Frusta);

In linea generale i delineatori saranno spazati di una distanza costante in rettilineo, al massimo 50 m, ed infittiti in curva con criterio differenziale in relazione al raggio di curvatura. Gli intervalli di posa devono comunque essere il più possibile uniformi sullo stesso tratto di strada, in modo da costituire una guida ottica omogenea. L'altezza fuori terra del delineatore dovrà essere compresa fra 70 e 110 cm.

A completamento del lotto attiguo II.7, l'impianto di guida luminosa verrà completato a partire dalla pk 30+500 fino alla pk 32+350 (fine lotto II.7), con nuovi impianti di segnalazione luminosa e relative condutture.

9.7. GUIDA LUMINOSA IN CASO DI NEBBIA DI SVINCOLO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di guida luminosa in caso di nebbia a servizio dei rami di ingresso/uscita dello svincolo. In caso di scarsa visibilità generata dalla presenza di nebbia, l'impianto fornirà all'utente, mediante luci lampeggianti di color giallo, l'indicazione della delineazione di margine della strada.

L'impianto sarà concentrato nella zone di conflitto, al pari degli impianti di illuminazione e sarà costituito da dispositivi luminosi a LED, di forma trapezoidale, installati lungo il margine destro della

carreggiata, montati entro l'onda interna del guard-rail, con interdistanza di circa 12 m o 24 m l'uno dall'altro (a seconda della posizione in curva o rettilineo). Saranno costruiti in conformità all'art. 173 del D.P.R. n. 495/92 "Regolamento del Codice della Strada" e pertanto potranno essere utilizzati come integrazione ai normali delineatori di margine.

Per ogni tratta di impianto sarà prevista una centralina elettronica per l'alimentazione ed il controllo del lampeggio dei dispositivi luminosi, posta in posizione baricentrica alla tratta stessa.

Le centraline saranno alimentate punto-punto, per mezzo di dorsali monofasi, dal quadro elettrico di illuminazione di svincolo QILL.

9.8. CAVIDOTTI PER IMPIANTI TECNOLOGICI

Il progetto definitivo considera la realizzazione di apposite infrastrutture a servizio del transito degli impianti elettrici e della realizzazione di rete dati lungo l'asse principale.

Nella fattispecie sono state considerate le seguenti infrastrutture:

- cavidotti a servizio della rete Media Tensione e bassa tensione di tratta, previsti lungo la carreggiata direzione AT;
- cavidotti a servizio della guida luminosa in caso di nebbia in spartitraffico, previsti in spartitraffico;
- cavidotti a servizio della rete Dati in fibra ottica, previsti lungo la carreggiata direzione CN;

Le dorsali energia, antinebbia e rete dati dovranno trovare continuità con le medesime dorsali presenti, da una parte lotto II.7 e dall'altra sul lotto II.6b (in progetto). Per tali ragioni i cavidotti MT/BT e rete dati saranno prolungati fino al limite dell'intervento, prevedendo opportuni pozzetti di testa; mentre i cavidotti della guida luminosa saranno prolungati fino al limite di intervento lato Asti e fino alla spalla del Ponte Tanaro lato Cuneo.

In corrispondenza di ogni piazzola attrezzata, come evidenziato negli elaborati progettuali, verranno realizzati cavidotti di attraversamento della piattaforma per consentire l'attraversamento della stessa e la distribuzione locale degli impianti anche sul margine di carreggiata opposto ovvero il cavidotto in spartitraffico.

Il cavidotto a servizio della media tensione e della bassa tensione in itinere sarà tipicamente costituito da 5 tubi corrugati Ø110 mm in PEAD di cui 3 di colore rosso e dedicati alla distribuzione MT ed 2 di colore nero asserviti alla rete BT, protetti da apposito bauletto in calcestruzzo. In corrispondenza delle opere d'arte (ponti e viadotti) l'infrastruttura sarà costituita da canali metallici staffati all'opera d'arte stessa.

Il cavidotto a servizio dell'impianto di guida luminosa in caso di nebbia in spartitraffico sarà costituito da 2 tubi corrugati Ø110 mm in PEAD, protetti da apposito bauletto in calcestruzzo. In corrispondenza delle opere d'arte (ponti e viadotti) l'infrastruttura sarà costituita da 2 tubi in acciaio zincato a caldo Ø50 mm staffati ai piedi della barriera di sicurezza.

Il cavidotto a servizio della rete dati realizzata con dorsale in fibra ottica è composto, in conformità a quanto rilevato sui tratti confinanti, mediante la posa di 6 tritubo in PHD Ø 50mm, protetti da apposito bauletto in calcestruzzo. In corrispondenza delle opere d'arte (ponti e viadotti) l'infrastruttura sarà costituita da canali metallici staffati all'opera d'arte stessa.

9.9. RETE DI TERRA

Il presente lotto è caratterizzato da un'unica rete di terra distribuita, la quale ha origine dagli impianti del lotto II.7 e del lotto II.6b a loro volta rispettivamente connessi alle cabine di trasformazione di Cherasco e di Alba Ovest.

La rete di terra viene distribuita mediante corda di rame nudo da 35 mm² posata a fianco dei cavidotti a servizio della MT in itinere.

Con particolare riferimento alla rete di terra a servizio degli impianti in itinere, le masse degli impianti saranno collegate tramite cavo isolato di colore giallo-verde al collettore di terra locale più vicino, previsto ad esempio all'interno dei box MT/bt, degli shelter e connesso con l'impianto di terra locale. L'impianto di terra locale di ogni box MT/bt / shelter sarà a sua volta collegato alla rete di terra distribuita, nel primo punto utile che tipicamente è rappresentato dal quadro di bassa tensione derivato dalla rete di MT distribuita.

9.10. IMPIANTO A PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE (PMV) IN ITINERE

Si prevede la realizzazione di un sistema informativo all'utenza basato su Pannelli a Messaggio Variabile (PMV), posti in itinere lungo l'autostrada, in grado di riportare messaggi, continuamente aggiornati rispetto alle mutevoli condizioni della viabilità, al fine di consentire all'utenza di operare opportune scelte in occasione di possibili turbative alla circolazione (incidenti, code, nebbia, ghiaccio, cantieri aperti lungo il percorso, ecc.).

I messaggi che possono essere visualizzati sui pannelli sono di tre tipi:

- **Fissi:** sono quei messaggi che non dipendono dagli eventi avvenuti sul tracciato autostradale e sono generalmente uniti all'informazione di data/ora/temperatura.
- **Informativi:** sono messaggi che descrivono informazioni riguardanti eventi accaduti sulla sede autostradale, che possono indicare la tipologia e la locazione dell'evento.
- **Speciali:** sono messaggi derivanti da esigenze non prevedibili e codificabili, che potrebbero contenere anche informazioni di percorsi alternativi.

Queste informazioni rivestono evidentemente un ruolo determinante nella gestione del traffico, per cui risultano di primaria importanza le modalità di diffusione dei messaggi ed il loro recepimento da parte degli utenti.

Per il lotto in oggetto saranno previsti due PMV, collocati rispettivamente alla pk. $\approx 0+200$ (da inizio lotto II.6a), direzione Cuneo ed alla pk. $\approx 3+900$ (da inizio lotto II.6a), direzione Asti.

Ogni postazione PMV in itinere sarà principalmente caratterizzata dai seguenti elementi:

- Shelter climatizzato di contenimento apparati di rete e di alimentazione elettrica
- Plinto di fondazione in ca. per portale a bandiera
- Portale a bandiera in carpenteria metallica
- N.1 pannello a messaggio variabile a matrice attiva
- N.2 pittogrammi full color
- N.1 armadio di alimentazione del PMV con trasformatore d'isolamento

Inoltre sul PMV verranno installate:

- N.1 telecamera DOME
- N.1 termocamera AID
- N.2 radar a tripla tecnologia per monitoraggio traffico
- Eventuali impianti Meteo

Saranno previste apposite piazzole tecniche per l'installazione dei PMV, realizzate a tergo della barriera di sicurezza stradale. L'accesso alle piazzole tecniche avverrà attraverso piazzole di sosta nelle immediate vicinanze.

All'interno dello shelter di ciascun PMV saranno alloggiati gli apparati di rete, attivi e passivi, le centraline di gestione e controllo dei PMV nonché i relativi quadri elettrici di alimentazione.

I diversi PMV saranno alimentati dal relativo quadro elettrico QBT-TERx derivato, previa trasformazione, dalla rete di media tensione in itinere.

9.11. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA ED AID

Si prevede la realizzazione di un sistema di video monitoraggio a servizio dell'autostrada. Il sistema permetterà la visualizzazione in tempo reale e/o differita delle immagini provenienti dalle telecamere e dovrà consentire, agli operatori autorizzati del COC, le operazioni di brandeggio e zoom.

Inoltre si prevede la realizzazione di un sistema che permetta, in tempo reale, il rilevamento automatico degli incidenti stradali e anomalie (Automatic Incident Detection-AID), contribuendo così al miglioramento del livello di sicurezza della viabilità in itinere.

Per la videosorveglianza della tratta in oggetto si prevedono due tipologie di unità di videoripresa:

- Telecamere digitali a colori brandeggiabili (DOME);
- Telecamere digitali termiche fisse con analizzatore di immagine a bordo (AID).

Le telecamere digitali termiche fisse saranno previste sui portali PMV in itinere, e verranno utilizzate sostanzialmente per il sistema di rilevamento automatico incidenti e anomalie (AID).

Altresì, le telecamere digitali DOME sono previste lungo il tracciato stradale, con le seguenti modalità di posa:

- su Pannelli a Messaggio Variabile (PMV);
- su specifico palo in acciaio, dotato di sistema anticaduta tipo "SOLL"

La disposizione delle telecamere DOME sarà inoltre correlata al monitoraggio delle colonnine SOS.

Gli apparati di rete, attivi e passivi, ed il relativo quadro elettrico di alimentazione saranno installati:

- all'interno dello shelter, per le installazioni su PMV in itinere;
- all'interno di armadio da esterno per le installazioni su palo.

Sarà inoltre previsto l'integrazione del software di controllo delle telecamere esistente presso il Centro Operativo di Controllo (COC) di Govone.

9.12. IMPIANTO DI MONITORAGGIO DEL TRAFFICO

Si prevede la realizzazione di un sistema di monitoraggio del traffico basato sull'impiego di detector a tripla tecnologia (radar, infrarosso ed ultrasuono) in grado di fornire informazioni sulla classificazione dei veicoli, sul loro conteggio, sulla velocità dei veicoli, sulla presenza di code e sul tempo di occupazione dei veicoli in movimento nell'area di copertura per ogni corsia monitorata.

Nella fattispecie sono previste postazioni di monitoraggio traffico presso ogni PMV in itinere, dove per ogni postazione saranno previsti 2 detector (corsia di marcia e sorpasso). I detector faranno capo ad una centralina installata all'interno del relativo rack TLC di shelter PMV e saranno alimentati dal quadro elettrico di shelter.

Le informazioni raccolte dai sensori potranno essere utilizzate da un sistema ITS (Intelligent Traffic System) al fine di aiutare l'utente a meglio comportarsi nel traffico, fornendo informazioni sul tempo, l'itinerario più conveniente per raggiungere la propria destinazione in caso di disservizi sulla rete autostradale o per adeguare il proprio modo di guidare alle reali condizioni della strada e del traffico.

9.13. MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI METEOROLOGICHE

Considerato che i fenomeni meteorologici possono influenzare negativamente la sicurezza e la normale circolazione degli automezzi a causa delle condizioni dell'asfalto e della visibilità, al fine di aumentare la sicurezza della viabilità, di prevenire possibili incidenti e di poter efficacemente monitorare le condizioni presenti nell'intera tratta, è previsto uno specifico sistema di controllo delle condizioni meteo in itinere.

Il sistema di monitoraggio dei dati meteorologici permetterà il controllo di:

- formazione di ghiaccio;
- raffiche di vento;
- precipitazioni intense con accumulo di acqua/neve;
- riduzione della visibilità;

- stato del manto stradale.

Ogni stazione meteo sarà caratterizzata da:

- n.1 stazione meteorologica di tipologia compatta;
- n.1 sensore meteorologico stradale non invasivo;
- n.1 Box alimentazione e comunicazione sensori/stazione.

E' perciò prevista, per il lotto in oggetto, una stazioni meteo sul PMV nei pressi della pk 3+900 (da inizio lotto II.6a), direzione Asti.

La stazione meteo riceverà l'alimentazione elettrica dallo shelter PMV e sarà collegata alla rete dati del rack TLC dello stesso shelter.

Una ulteriore postazione è prevista nel lotto 7 in corrispondenza del viadotto Tanaro per il monitoraggio delle condizioni meteo e asfalto dello stesso. La postazione sarà alimentata dal nuovo Box Mt/Bt in corrispondenza dello svincolo di Cherasco.

9.14. IMPIANTO SOS

In corrispondenza delle piazzole di sosta si prevede la realizzazione di un sistema di soccorso all'utenza costituito da colonnine SOS, integrato al sistema di soccorso dell'intera tratta autostradale. Saranno principalmente previste colonnine SOS dotate di apparecchio VOIP, con protocollo SIP, alloggiato in box polimerico di protezione, sorretto da un tubo in acciaio.

Le colonnine SOS saranno gestite a coppie da apposito armadio, posto nella carreggiata direzione Cuneo. Ogni armadio conterrà gli apparati di alimentazione elettrica e gli apparati di comunicazione su rete ethernet di tratta.

Il sistema SOS sarà gestito dal COC di Govone, dove giungeranno le chiamate, tramite la rete WAN di tratta autostradale. Si evidenzia che, presso il COC, è in fase di realizzazione con diverso appalto dei lavori, un server di gestione VOIP, dell'impianto SOS, ed una postazione SOS costituita da telefono VOIP.

Inoltre, all'interno dell'armadio rack TLC della cabina Alba Ovest (lotto II.6b), è in fase di realizzazione un gateway VOIP e un modem GSM, per la gestione delle comunicazioni fra stazioni SOS ed COC di Govone anche in caso di mancanza della rete WAN autostradale.

9.15. CONTROLLO ACCESSI LOCALI TECNICI

E' previsto un apposito impianto di controllo accessi per il monitoraggio degli accessi agli shelter in itinere del lotto in oggetto, in analogia con quanto previsto nel lotto II.6b.

Nella fattispecie si prevede l'installazione di una centralina e di un dispositivo di lettura badge presso:

- lo shelter TLC
- gli shelter PMV
- i Box MT/BT

La centralina sarà installata all'interno dell'armadio rack, previsto in ogni shelter, mentre il dispositivo di lettura badge sarà posizionato sulla parete esterna dello shelter, a lato della porta di accesso.

Ogni centralina sarà collegata allo switch del nodo di rete di shelter, in modo da comunicare con protocollo ethernet con un DB centralizzato esistente (con i profili degli utenti abilitati), sito nel centro di controllo di Govone.

9.16. RETE DATI IP

A servizio degli impianti comunicazione e sicurezza della tratta autostradale, si prevede la realizzazione di una rete dati con protocollo ethernet IP.

La configurazione della rete dati, tipica dell'Autostrada Asti-Cuneo, prevede tre principali livelli:

1. livello trasporto;
2. livello accesso secondari;
3. livello accesso terminale.

Il primo livello, per il lotto in oggetto, sarà realizzato mediante reti ad anello su fibra ottica monomodale, considerando i nodi previsti/installati presso punti notevoli (nella fattispecie presso la cabina del casello di Cherasco – lotto II.7 e presso la cabina di Alba Ovest – lotto II.6b).

Il secondo livello d'accesso periferico verrà realizzato estendendo al lotto in oggetto:

- l'anello, su fibra ottica monomodale, a partire da un nodo previsto al km 5+430 nel lotto II.6b.
- l'anello, su fibra ottica monomodale, a partire dal nodo di casello Cherasco sito alla pk 30+500 nel lotto II.7.

I nodi principali di rete trasposto (nelle cabine di Cherasco e Alba ovest) sono costituiti da uno switch di Layer 3, che realizza l'interfaccia fra la rete di trasporto e la rete di accesso.

Per i nodi secondari di rete d'accesso saranno previsti switch di Layer 2.

Le utenze prossime a quest'ultimi nodo saranno collegate con gli stessi per mezzo di reti radiali punto-punto in rame o fibra ottica.

Il concetto della rete di accesso ha come obiettivo primario la realizzazione di una rete multiservizio, flessibile e in grado di garantire la comunicazione:

- a tutti i servizi presenti lungo il percorso autostradale;
- a tutte le tipologie di servizio siano essi di tipo dati, voce e video;
- a differenti tipologie di traffico.

La rete dati sfrutterà come mezzo fisico trasmissivo le fibre ottiche di un cavo di dorsale a 50 f.o. di tipologia TOL5D 5(10SMR) T/KH9E. Il cavo sarà posato lungo tutto il tracciato dell'autostrada in un cavidotto interrato al di sotto della corsia di emergenza della carreggiata direzione Cuneo.

I nodi di rete dati di accesso secondari saranno principalmente caratterizzati da:

- Rack di rete dati TLC;
- Rack con subrack per terminazione di cavi ottici nodo WAN;
- Switch di nodo secondario.

Altresì, i nodi di rete dati di accesso terminale saranno principalmente caratterizzati da:

- Armadio stradale (per utenze SOS, TVcc, etc.);
- Switch di nodo di accesso o transceiver rame/optico.

9.17. IMPIANTO DI SUPERVISIONE

La gestione dell'impiantistica introdotta con il presente intervento sarà effettuata mediante un sistema di supervisione e telecontrollo, in analogia a quanto già in essere lungo la tratta gestita dalla Concessionaria.

Questa scelta garantirà la possibilità di avere un'informazione centralizzata ed in tempo reale sullo stato del traffico e degli impianti e permetterà di individuare immediatamente i guasti riducendo il tempo del disservizio, nonché le possibili situazioni di emergenza nella viabilità; in questo modo potrà essere effettuato un pronto intervento mirato e nel contempo una rapida informazione all'utenza, con indubbi vantaggi sul piano della sicurezza.

Tutti gli impianti faranno capo al Centro Operativo di Controllo (COC) dell'autostrada, localizzato nell'edificio a servizio della barriera di Govone.

Attraverso il COC di Govone, l'operatore sarà in condizione di gestire al meglio il traffico, avendo una conoscenza continua ed affidabile delle condizioni del traffico e degli eventi che possono generare situazioni di pericolo e di emergenza, nella certezza che comportamenti più consapevoli ed una gestione più efficiente non possono che contribuire significativamente all'aumento della sicurezza.

Tutti gli impianti saranno remotizzati al COC, attraverso la nuova rete dati di lotto e la rete WAN geografica esistente dell'autostrada.

In linea di principio il COC potrà:

- monitorare lo stato degli interruttori dei quadri elettrici di illuminazione;
- telecontrollare l'accensione e lo spegnimento dei sistemi di guida luminosa in caso di nebbia di svincolo ed in itinere;
- telecontrollare l'accensione e lo spegnimento dei sistemi di illuminazione di svincolo;
- gestire il traffico in condizioni ordinarie e di emergenza, attraverso i PMV in itinere;
- controllare gli accessi ai locali tecnici;
- monitorare la tratta attraverso le telecamere DOME e AID;
- rilevare condizioni anomale o incidenti in modo automatico, attraverso le telecamere AID;
- eseguire il conteggio e la classificazione dei veicoli, attraverso i sensori;
- monitorare le condizioni meteo;
- ricevere chiamate di soccorso da parte degli utenti, attraverso l'impianto SOS.

Per consentire quanto riportato sopra, il presente intervento prevede l'integrazione del COC dell'hardware e del software necessario alla supervisione ed al telecontrollo dei nuovi impianti introdotti.

Si evidenzia che i seguenti impianti saranno controllati direttamente dai FEP di COC di Govone

- sistemi di guida luminosa in caso di nebbia in itinere;
- PMV in itinere;
- telecamere DOME;
- telecamere AID;
- sistemi di conteggio e la classificazione dei veicoli, attraverso i sensori;
- sistemi di controllo accessi ai locali tecnici;
- sistemi di monitoraggio condizioni meteo;
- sistemi SOS.

Altresì, per i seguenti sistemi sono previsti specifici Impianto di automazione e controllo:

- stato degli interruttori dei quadri elettrici dei BOX MT/BT;
- stato trasformatori dei BOX MT/BT;
- sistemi di guida luminosa in caso di nebbia di svincolo;
- sistemi di illuminazione di svincolo.

9.18. SHELTER

In itinere è previsto un apposito shelter 3.5x2.5m, predisposto per l'installazione degli apparati di alimentazione e controllo dei sistemi TLC e degli impianti di alimentazione e controllo dei sistemi guida luminosa in caso di nebbia in itinere.

Inoltre, sempre in itinere sono previsti un appositi shelter 2.2x1.7m, predisposti per l'installazione degli apparati di alimentazione e controllo dei PMV.

10. PROGETTO DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE

Gli interventi relativi al progetto territoriale di inserimento e raccordo vegetazionale si estendono tra il Tanaro e i versanti nord della fascia basale della collina delle Langhe.

Il corridoio interessato dal tracciato presenta una caratterizzazione morfologica, vegetazionale e conseguentemente, anche paesaggistica, dominata da due importanti sistemi ambientali: il fondovalle del Fiume Tanaro, con un alveo e relative fasce fluviali ben estese, ed i sistemi collinari posti sulle due sponde idrografiche, riferibili agli ambiti paesaggistici del Roero e delle Langhe.

Gli obiettivi e le strategie progettuali nello specifico si articolano nelle tematiche di seguito riportate:

- Il rimodellamento delle scarpate e l'impianto vegetazionale;
- Le opere a verde;
- L'ecodotto;
- La viabilità poderalo e cicloturistica;
- Il bat-bridge.

Il rimodellamento delle scarpate e l'impianto vegetazionale

Nell'ambito della fase di miglioramento del progetto, ai fini di un minor impatto visivo, le scarpate dei rilevati sull'asse principale dell'autostrada sono state addolcite, ovviamente laddove possibile, per non inficiare sulla salvaguardia delle colture e dei boschi di pregio e laddove più utile per l'efficacia mitigativa. Per quanto riguarda l'impianto della vegetazione sulle suddette scarpate, è stato individuato un particolare tipologico, denominato "Mitigazione delle scarpate – tipologia vegetale 10", in cui sono state inserite solo delle specie arbustive da impiantarsi sulla seconda scarpa del rilevato.

MITIGAZIONE DELLE SCARPATE - TIPOLOGIA VEGETALE 10: MACCHIE ARBUSTIVE DI MASCHERAMENTO.
 10 A: RILEVATO ALTO
 10 B: TRINCEA

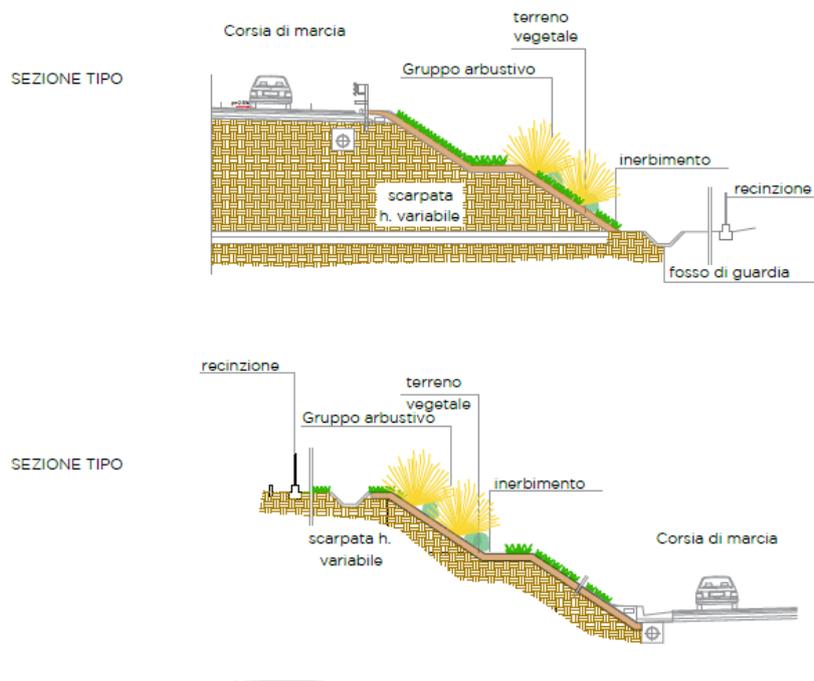


Figura 10.1 - Sezione tipo relativa agli interventi di mitigazione delle scarpate

Come illustrato nella relazione specifica delle opere a verde (cfr. 09.03.02_P017_E_AMB_RH_002_A), per quanto concerne il rinverdimento delle scarpate, tutte saranno oggetto di inerbimento tecnico mediante idrosemina. Tale intervento consentirà la creazione di una copertura vegetale permanente con un effetto consolidante, nonché rappresenta una soluzione ideale dal punto di vista dell'inserimento estetico-paesaggistico ed ecologico di un intervento. Nello specifico l'inerbimento svolge le seguenti funzioni:

- Funzione biotecnica, proteggendo il terreno dall'erosione superficiale e stabilizzandolo con l'azione degli apparati radicali;
- Funzione di assorbimento delle polveri;
- Funzione vegetazionale ed ecosistemica, ostacolando lo sviluppo di specie invadenti sinantropiche e favorendo la formazione di habitat idonei alla microfauna;
- Funzione estetica e paesaggistica.

Le opere a verde

Per quanto riguarda le sistemazioni con opere a verde, (cfr. Relazione 09.03.02_P017_E_AMB_RH_002_A ed elaborati grafici 09.03.12_P017_E_AMB_PL_010_A ÷ 09.03.17_P017_E_AMB_PL_015_A), si prevedono interventi diversificati in funzione delle tipologie costruttive previste dal progetto.



Figura 10.2 - Stralcio dell'elaborato 09.03.09_P017_E_AMB_PL_007_A - Planimetria generale di inserimento paesaggistico ambientale su ortofoto - Tavola 4

A seguito dei rilievi di vegetazionali e dello studio del contesto paesaggistico-ambientale sono emerse una serie di tipologie vegetazionali caratteristiche dell'area di studio che sono state riprese per l'elaborazione di una serie di tipologici per la realizzazione delle opere a verde previste per la mitigazione dell'infrastruttura.

Lo scopo di tale impianto vegetazionale non è solo il mascheramento visivo dell'opera ma la creazione di una vera e propria ricucitura territoriale anche da un punto di vista ambientale. In

quest'ottica vanno visti ad esempio interventi come l'ecodotto o la ricostruzione del bosco meso-igrofilo parzialmente impattato dall'opera.

Nelle aree agricole l'intervento mitigativo ha previsto la riproduzione della tipica vegetazione arboreo-arbustiva presente nelle siepi campestri che soprattutto in passato caratterizzavano i paesaggi agricoli. In tali aree importante risulta anche l'azione di schermatura degli inquinanti nei confronti delle produzioni agricole di pregio che contraddistinguono la zona. Particolare attenzione è stata inoltre riservata alla prevenzione degli impatti dei chiropterri con il traffico veicolare.

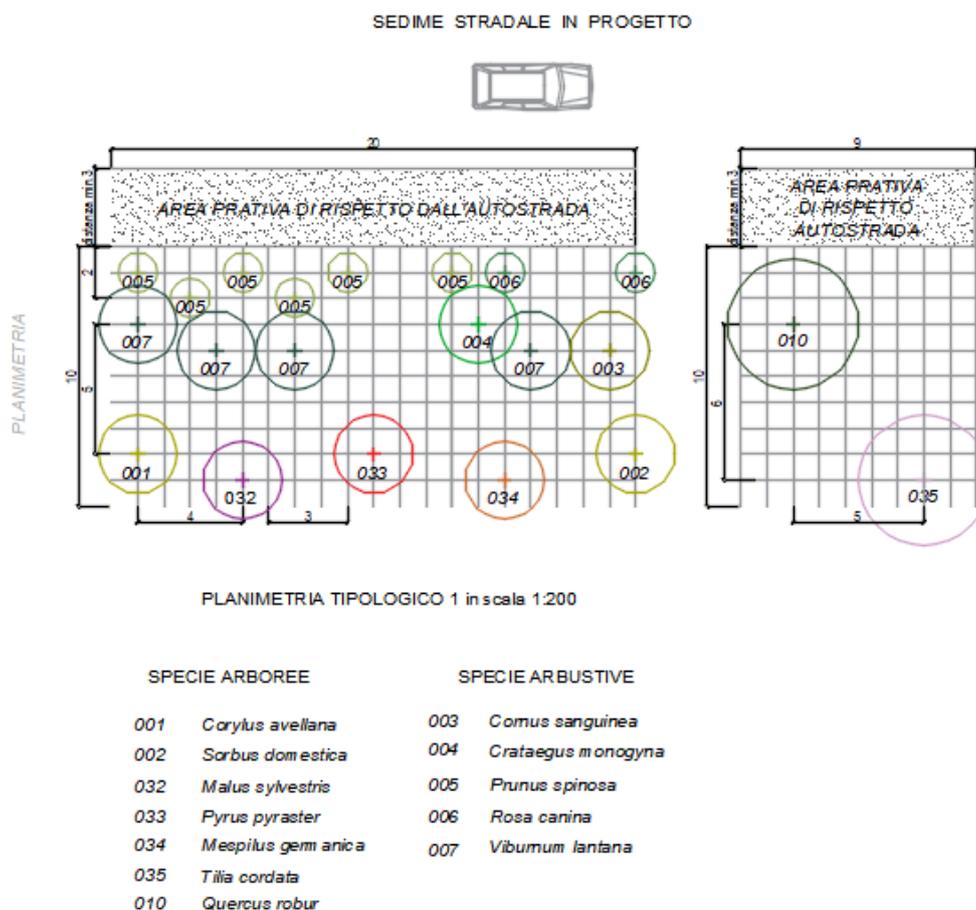


Figura 10.3 - Uno dei tipologici impiegati nel progetto delle opere a verde (Tipologico 1 bis – Ambito delle Chiosse)

In linea generale in tutti i tipologici utilizzati si è cercato di richiamare il contesto vegetazionale che caratterizza l'area al fine di dare un aspetto naturaliforme attraverso l'utilizzo di specie autoctone e adatte al contesto, l'adozione di sestri di impianto irregolari e l'utilizzo di un elevato numero di specie tra loro mescolate in maniera apparentemente casuale, pur rispettando un disegno geometrico che prevede, in genere, l'aumento delle altezze a maturità all'allontanarsi dalla sede stradale.

L'ecodotto

Nell'ambito del progetto territoriale di inserimento e raccordo vegetazionale, come già accennato, è stato progettato inoltre un varco faunistico, di cui i dettagli si evincono nelle planimetrie specifiche (cfr. 09.06.02_P017_E_AMB_PL_001_A, 09.06.03_P017_E_AMB_SZ_001_A) con finalità di mantenimento della permeabilità lungo l'infrastruttura di nuova costruzione.

Tale ecodotto, posizionato in maniera da mantenere la connettività lungo la direttrice di un fosso e la relativa vegetazione arboreo arbustiva, nei pressi della Cascina Dabbene.

L'ecodotto, come illustrato nella relazione specifica alla quale si rimanda (cfr. 09.06.01_P017_E_AMB_RE_001_A), è un passaggio faunistico di tipo "superiore", che si configura come un cavalcavia di ampie dimensioni, ricoperto di terreno naturale e vegetazione, costruito allo scopo di collegare i frammenti di un ambiente separati da una infrastruttura di trasporto.

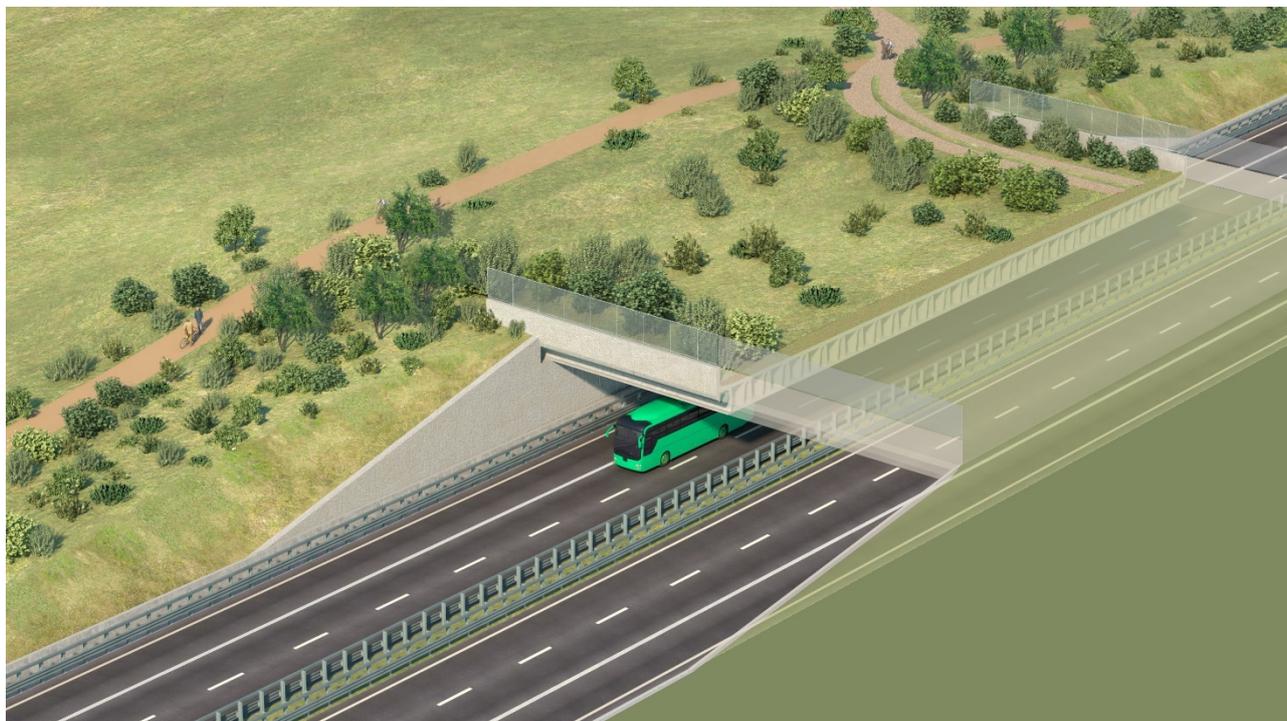


Figura 10.4 - Schematizzazione struttura ecodotto

La viabilità poderal e cicloturistica

Tra le varie tipologie di interventi di inserimento è compresa la realizzazione di un percorso ciclabile con varie aree di sosta al fine di mantenere e potenziare la fruibilità delle piste esistenti e sfruttare la viabilità di cantiere al fine di riconvertire tali viabilità in piste ciclopedonale.

La viabilità ciclopedonale sarà difatti ripristinata tramite un tratto che si collegherà all'esistente porzione tra Alba e Pollenzo, prevedendo al contempo aree di sosta ed il posizionamento di arredi vegetazionali e tecnici utili alla fruizione cicloturistica.

In prossimità dell'attraversamento del Rio San Giacomo avverrà inoltre, tramite la posa di scatolari di attraversamento della strada, sui quali insisterà il nuovo piano viabile.

Per un maggior dettaglio relativo al nuovo tratto di viabilità cicloturistica si rimanda all'elaborato "*Interventi di compensazione: relazione specialistica*", paragrafo 2 "*sistema delle connessioni e delle reti escursionistiche*".

In riferimento agli interventi di compensazione connessi alla demolizione del Molino Roggeri, all'impatto generale dell'opera sui Siti Unesco e sul territorio agrario, sono state previste diverse tipologie di interventi di compensazione.

Nella zona del parcheggio del Parco "*La Cascata*", non distante dal sedime del Mulino e, nei dintorni della pista ciclabile che, da Alba conduce a Pollenzo, verrà realizzata un'area di sosta attrezzata, correlata di info point in cui verranno predisposte delle idonee strutture illustrative al fine di valorizzare il sito delle *Residenze Sabaude e dei Paesaggi vitivinicoli di Langhe e Roero*.

Nell'area in cui attualmente insiste il Molino Roggeri è prevista la realizzazione di un'area verde attrezzata, in cui verranno posizionati alcuni resti del mulino (es: macine) e, a testimonianza di esso, verrà preservata una porzione di muro perimetrale, al fine di valorizzare la memoria storica dell'insediamento, anche attraverso il posizionamento di cartellonistica che, oltre a fornire informazioni sull'area del patrimonio testimoniale, mostrerà fotografie e concorsi d'idee derivanti da contest realizzati attraverso il coinvolgimento delle popolazioni locali.

In corrispondenza dell'ecodotto e lungo il nuovo percorso ciclopedonale, che si collegherà all'esistente tracciato da Alba a Pollenzo, verranno posizionate delle strutture illustrative e arredi utili ai fruitori.

Per un maggior dettaglio si rimanda all'elaborato "Interventi di compensazione: relazione specialistica", paragrafo 3 "aree complesse".

In merito alla "Zona naturale di salvaguardia del Fiume Tanaro", è prevista la realizzazione di percorsi che favoriranno la fruizione sociale sostenibile dell'area, attraverso delle piste ciclopedonali su cui verranno posizionate strutture illustrative con informazioni riguardanti il contesto territoriale attraversato.

Il progetto dettagliato relativo alla viabilità ciclopedonale e le aree di sosta, sono state trattate nel dettaglio nell'apposita relazione specialistica (cfr. elaborato 09.05.02_P017_E_AMB_RH_002_A) e all'interno degli elaborati grafici allegati, ai quali si rimanda per un maggiore approfondimento.

Il bat-bridge

Infine, nell'ambito del progetto territoriale di inserimento e raccordo vegetazionale, si richiama anche l'intervento di realizzazione del bat bridge. Quest'ultimo è in sintesi una struttura che attraversa la strada di nuova realizzazione e ha come scopo quello di facilitare la navigazione dei pipistrelli, costituendo un percorso da seguire, facendo in modo che essi attraversino la carreggiata a un'altezza sufficiente per evitare i veicoli in transito.

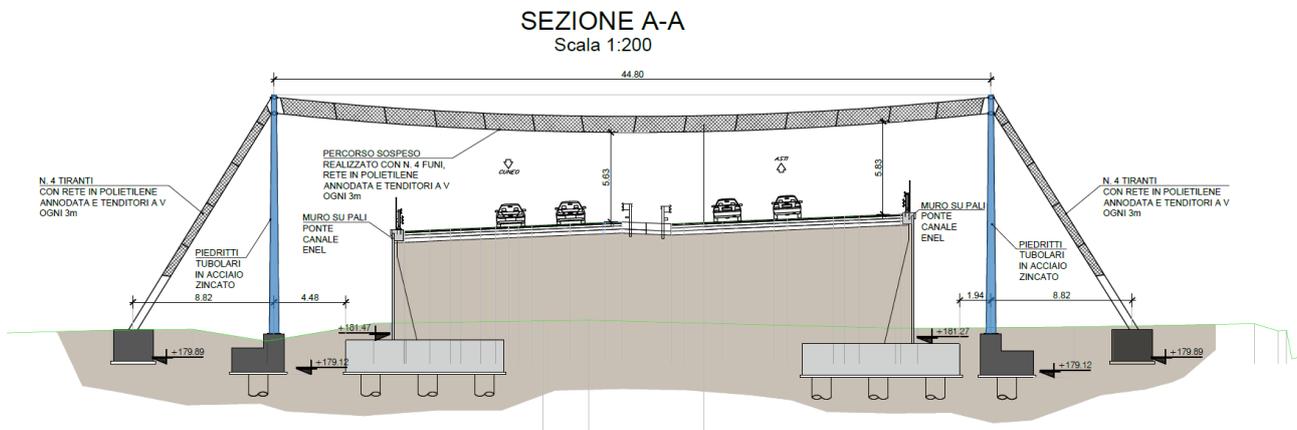


Figura 10.5 - Sezione trasversale del bat-bridge

In relazione quindi ai monitoraggi svolti nelle campagne per il Lotto 2.6 dal 2011 al 2016 che avevano confermato il ruolo del Canale Verduno come corridoio di volo e area di foraggiamento preferenziale per numerosi chiroterteri e, considerando, a maggior ragione che la realizzazione dell'opera comporterà la rimozione di una parte della fascia arborea continua sulle sponde di tale Canale, è stata concordata la suddetta soluzione mitigativa.

Si rimanda alla Relazione e agli elaborati grafici allegati, della Sezione 07.11.

11. OPERE INTEGRATIVE LOTTO 7

Come già specificato in premessa, il lotto 6-a costituirà la connessione tra il recentemente ultimato lotto II-6b e il più antico lotto II-7, attualmente interdetto al traffico a est dello svincolo di Cherasco. Con l'entrata in funzione del lotto di cui al presente progetto, e con l'adeguamento della Tangenziale di Alba in corso di progettazione, sarà dunque completato il Tronco II del collegamento autostradale Asti Cuneo, tra lo svincolo di Marene quello di Asti Est. Per adeguare e riqualificare le parti del lotto 7 ad oggi chiuse al traffico sono previste nel presente appalto le seguenti opere integrative:

- Sistemazione del Rio San Michele (parte 08.01);
- Riqualificazione del Viadotto Tanaro 4 (parte 08.06);
- Adeguamento dello svincolo di Bra/Marene a livello geometrico, impiantistico, di segnaletica e di barriere di sicurezza (parti 08.02/03/04/05);
- Adeguamento della segnaletica orizzontale e verticale dello svincolo di Cherasco (parte 08.07).

12. CANTIERIZZAZIONI

12.1. AREE DI CANTIERE: UBICAZIONE A CARATTERISTICHE

L'organizzazione del sistema di cantierizzazione risulta di fondamentale importanza sia per garantire la realizzabilità delle opere nei tempi previsti, sia per minimizzare gli impatti delle stesse sul territorio circostante: lo sviluppo sul territorio e l'importanza dell'opera, nonché i tempi per la sua realizzazione, comporteranno, infatti, una pesante interferenza sul territorio da parte dei cantieri e dei flussi di mezzi di trasporto da e verso questi.

Al fine della localizzazione delle aree di cantiere il tracciato è stato pertanto suddiviso in funzione delle tipologie di opere previste (rilevati, trincee, viadotti): l'ubicazione delle aree di cantiere è stata definita sulla base delle esigenze legate alle varie tipologie di opere, delle risultanze dei sopralluoghi, dell'esame della viabilità (in particolare in rapporto ai siti di cava e deposito inerti) e del controllo dei vincoli e delle destinazioni d'uso previste dagli strumenti urbanistici.

L'organizzazione e il dimensionamento di ogni cantiere si basa su:

- tipologia delle principali opere al servizio delle quali esso sarà asservito;
- estensione e caratteri geometrici delle stesse opere (sezioni-tipo e dimensionamento);
- caratteristiche geologico-geotecniche dei terreni e delle rocce (materiali attraversati dalla linea e percentuale di possibile riutilizzo degli inerti scavati);
- scelte progettuali e di costruzione.

Il presente documento rappresenta quindi uno studio strettamente connesso al livello della progettazione sviluppata per le opere che, a partire dalle informazioni esistenti e da una serie di ipotesi tecniche e logistiche, definisce la scelta dell'ubicazione ed il dimensionamento dei cantieri, della viabilità di accesso agli stessi, il collegamento tra questi ed i siti di cava e di deposito degli inerti.

Le ipotesi logistiche riguardano invece le caratteristiche delle aree da destinare ai cantieri, che devono cercare di soddisfare in linea generale i seguenti requisiti:

- dimensioni areali sufficientemente vaste;
- prossimità a vie di comunicazioni importanti;

- preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitarne il più possibile l'apertura di nuove;
- buona disponibilità idrica ed energetica;
- scarso pregio ambientale e paesaggistico;
- lontananza da zone residenziali e da ricettori critici (scuole, ospedali, ecc.);
- adiacenza alle opere da realizzare.

Inoltre, affinché gli interventi risultino compatibili con l'ambiente, devono essere considerati i seguenti fattori:

- vincoli sull'uso del territorio (P.R.G., paesaggistici, archeologici, naturalistici, idrogeologici, ecc.);
- morfologia (occorrerà evitare, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente articolati in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto);
- prossimità a corsi d'acqua (occorrerà in tali casi adottare misure di protezione delle acque e dell'alveo);
- presenza di aree di rilevante interesse ambientale;
- possibilità di approvvigionamento di inerti e di smaltimento dei materiali di scavo.
- Nella impostazione del progetto di cantierizzazione si è quindi tenuto conto degli elementi al contorno e delle interazioni possibili tra le varie attività (interne ed esterne al cantiere) e l'area su cui esse insistono così da minimizzare l'impatto complessivo sul territorio circostante e di ottimizzare l'organizzazione logistica dei cantieri.
- Il risultato di quanto sopra si è concretizzato nella definizione delle aree di cantierizzazione così come previste e definite all'interno del progetto del lotto 2.6.a.

12.2. PISTE DI CANTIERE

La viabilità è costituita da piste di cantiere realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione nelle aree di lavoro e dalla rete stradale esistente, opportunamente dimensionate sulla base dell'ingombro massimo dei mezzi previsti.

Sono previste due tipologie di *Piste a doppio senso* di larghezza utile pari a 6.00 m.

Le stratigrafie del *cassonetto* stradale che si dovranno realizzare sono illustrate nella *Figura 1* "viabilità di cantiere ex novo" e nella *Figura 2* "viabilità di cantiere su percorso esistente", di seguito descritte:

- Viabilità di cantiere ex novo:
 - materiale da rilevato con spessore variabile in funzione delle quote di progetto e del piano campagna;
 - 30 cm stabilizzazione in situ calce/cemento;
 - 20 cm di fondazione in misto granulare stabilizzato;
 - Sp. \geq 15 cm di binder chiuso;
 - Pendenza asse stradale 2.50%.

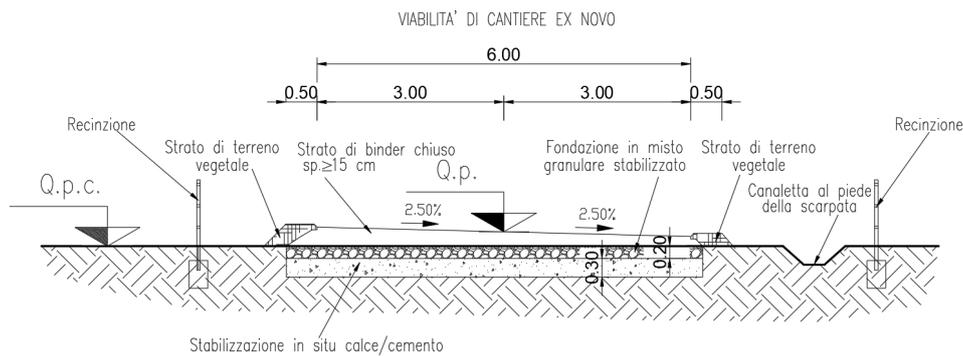


Figura 12.1 - Sezione tipo piste di cantiere ex-novo

• Viabilità di cantiere su percorso esistente:

- materiale da rilevato con spessore variabile in funzione delle quote di progetto e del piano campagna;
- 30 cm stabilizzazione in situ calce/cemento;
- Sp. \geq 20 cm di fondazione in misto granulare stabilizzato;
- Sp. \geq 15 cm di binder chiuso;
- Pendenza asse stradale 2.50%.

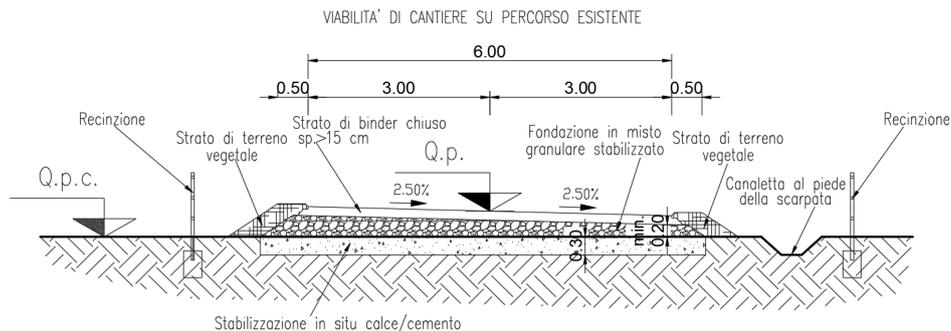


Figura 12.2 - Sezione tipo piste di cantiere su percorso esistente

Per minimizzare gli effetti indotti delle polveri sollevate dalla circolazione dei mezzi di cantiere, il conseguente inquinamento ambientale ed il disagio per gli insediamenti (agricoli e non) posti nelle vicinanze del cantiere, è prevista la realizzazione delle piste con una pavimentazione in asfalto.

L'organizzazione delle piste di cantiere è stata sviluppata sulla base di criteri e principi che qui di seguito vengono illustrati:

1. Utilizzo della viabilità "dorsale" prevista nell'ambito del lotto 2.6B che si sviluppa parallelamente all'asse di progetto e consente la movimentazione di materiali e mezzi all'interno di percorsi "riservati" non interferenti con la viabilità ordinaria esistente. L'accesso avviene da ovest dallo svincolo autostradale di Cherasco. Per semplicità illustrativa la "viabilità dorsale" può essere suddivisa in 2 tratti:

- I. Un primo tratto da inizio intervento fino alla connessione con la pista Enel subito dopo il rio S.Giacomo;
 - II. Un secondo tratto in cui “ripercorre la pista Enel” sino all’attraversamento con ponte bailey dell’omonimo canale;
2. Si prevede l’uso promiscuo di alcuni di questi percorsi, limitatamente a quei fondi per i quali l’istituzione di percorsi e accessi riservati avrebbe implicato un consumo di territorio eccessivo a fronte di un quasi trascurabile vantaggio in termini di utilizzo (percorribilità e accessibilità);
 3. Riutilizzo, con eventuale adeguamento laddove necessario, di percorsi e tracciati esistenti, al fine di evitare o comunque limitare il più possibile il consumo di territorio e la creazione di aree intercluse di difficile accesso;
 4. Lo studio delle piste di accesso alle opere ha poi portato all’identificazione di due viabilità di cantiere parallele all’asse di progetto. Per queste “piste” il principio utilizzato è quello di mantenerle sempre ai lati rispetto all’asse di progetto, in modo da non creare interferenze tra le piste stesse e le opere in progetto in corrispondenza degli attraversamenti (creazione di rilevati, muri, manufatti di attraversamento, etc...).

Di seguito vengono illustrate in sequenza partendo dall’inizio intervento (lato Cuneo), le aree di cantiere.

Legenda		A lato è riportata la legenda delle diverse tipologie di viabilità, delle aree operative e delle opere provvisorie. Per ulteriori informazioni si rimanda agli elaborati grafici di progetto.
	Pista Enel	
	Area Operativa	
	Viabilità di Cantiere	
	Campo Base	

Area operativa 1

Per la realizzazione del Ponte sul Rio dei Deglia si utilizza la Pista Enel (in verde), che garantisce l'accessibilità all'area operativa 1 di estensione pari a 8.323,80 mq.

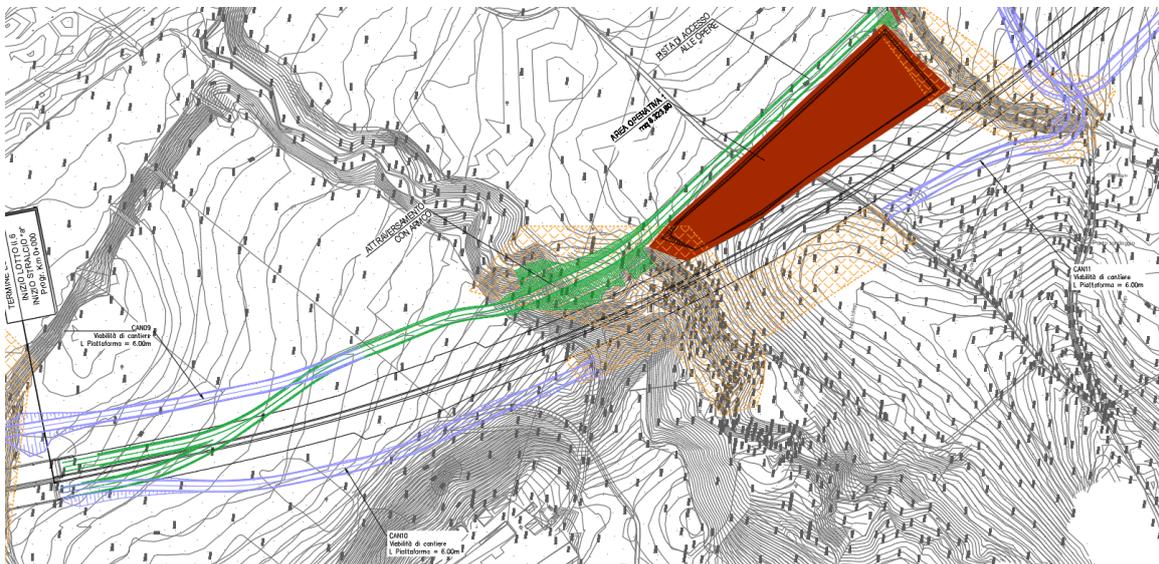


Figura 12.3 - Area operativa 1 e Pista Enel

L'area operativa presenta quote differenti collegati tramite viabilità interna avente pendenza inferiore a 10%.

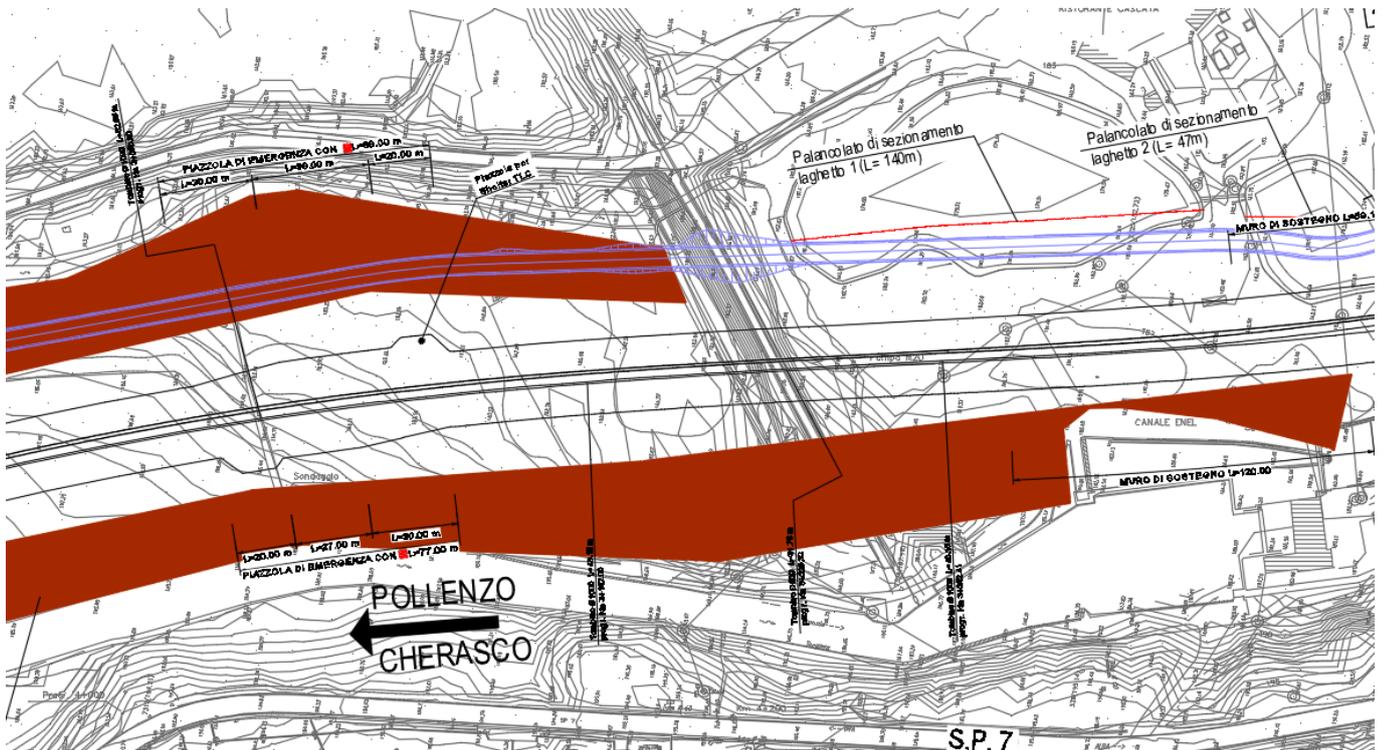


Figura 12.7 - Aree operative 4 e 6, CAN04 e CAN05

Area operativa 5

L'area operativa 5 di estensione pari a 14.470,36 mq verrà utilizzata per la realizzazione dell'attraversamento canale Enel. L'accesso alle aree di cantiere avviene, come indicato in *Figura 7*, per mezzo della viabilità di cantiere denominata CAN 05.

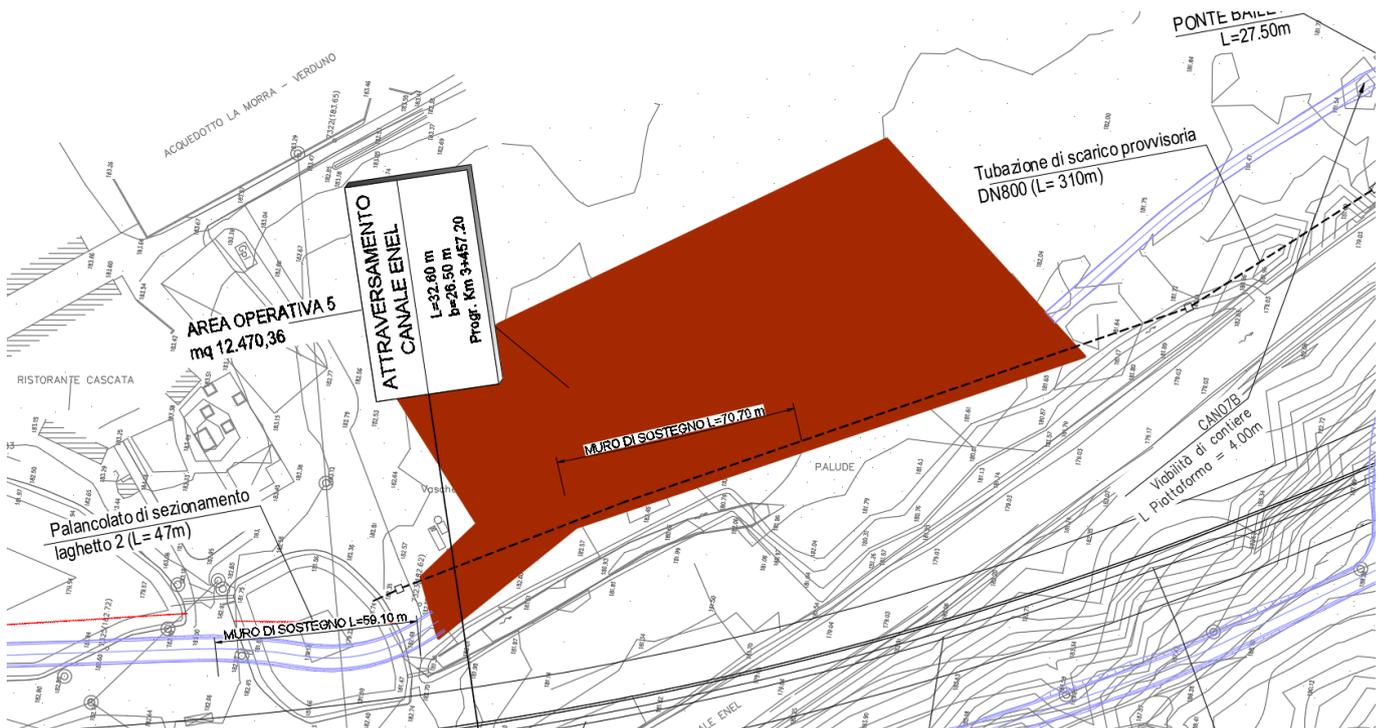


Figura 12.8 - Area operativa 5 e CAN05

Area operativa 7 – 8 e Campo Base

Le aree operative 7 e 8 hanno rispettivamente una superficie di 16.188,65 mq e 22.135,78, mentre il Campo base si estende per una superficie di 106.330,23 mq. La connessione avviene dalla viabilità di cantiere predisposta nell'ambito del lotto 2.6.B.



Figura 12.9 - Aree operative 7 e 8

