

Collegamento tra l'A4 (Torino–Milano) in località
Santhià, Biella, Gattinara e l'A26 (Genova Voltri–Gravellona)
in località Ghemme. Lotto 1

PROGETTO DEFINITIVO

COD.

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI
I PROGETTISTI:

ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n.3594
ing. Achille Devitofranceschi
Ordine Ing. di Roma n.19116

IL GEOLOGO:

geol. Serena Majetta
Ordine Geol. del Lazio n.928

RESPONSABILE DEL SIA

arch. Giovanni Magarò
Ordine Arch. di Roma n.16183

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

ing. Nicolò Canepa

PROTOCOLLO

DATA

RELAZIONE GENERALE
CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

DPT007

D

1701

NOME FILE

TO0GE00GENRE01.DOC

REVISIONE

SCALA:

 CODICE
ELAB.

TO0GE00GENRE01

A

C					
B					
A	emissione	Maggio 2018			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	Premessa	2
2	Aspetti programmatici e finalità dell'intervento.....	2
3	Iter procedurale di approvazione del progetto	7
3.1	Redazione del Progetto Preliminare.....	7
3.2	Avvio procedura CIPE.....	8
3.3	Procedure concluse sul progetto Preliminare.....	8
3.4	Delibera CIPE n.23 del 2016	8
3.5	Redazione del Progetto Definitivo	9
4	Aspetti tecnici del progetto	9
4.1	Descrizione dell'intervento.....	9
4.2	Progettisti firmatari	13
4.3	Analisi delle alternative di tracciato	13
4.3.1	L'opzione zero	13
4.3.2	Analisi delle alternative progettuali	15
4.3.3	Varianti localizzative del tracciato	15
4.3.4	Alternativa di tracciato A	16
4.3.5	Alternativa di tracciato B	17
4.4	Il confronto delle alternative.....	17
4.5	Sezione tipo	19
4.6	Dispositivi di ritenuta	20
4.7	Pavimentazione stradale	21
4.8	Svincoli e intersezioni.....	21
4.9	Geologia e geotecnica.....	22
4.9.1	Schema geologico	22
4.9.2	Aspetti geotecnici generali	22
4.10	Idrologia e idraulica.....	34
4.10.1	Idrologia	34
4.10.2	Idraulica degli attraversamenti	36
4.10.3	Idraulica di piattaforma	38
4.11	Opere d'arte	41

4.11.1 Opere d'arte maggiori	41
4.11.2 Viadotto sul fiume Sesia (VI06)	41
4.11.3 Ponte Rovasenda (VI03)	44
4.11.4 Cavalcavia	46
4.11.5 Cavalcavia Rolino-Buronzio (CV01)	47
4.11.6 Cavalcavia svincolo di Ghemme (CV06)	49
4.11.7 Sottovia e tombini	50
4.12 Aspetti geotecnici	52
4.12.1 Rilevato Stradale	52
4.12.2 Fondazioni del Viadotto Sesia	56
4.12.3 Fondazioni dei Viadotti e dei Cavalcavia	63
4.13 Casello di esazione	64
4.14 Impianti	65
4.15 Cantierizzazione.....	65
4.15.1 Ubicazione dei cantieri	65
4.15.1 Tempistiche per le opere principali	67
4.16 Bilancio dei materiali.....	68
4.17 Espropri.....	70
5 Aspetti economico-finanziari del progetto.....	70
5.1 Prezzi utilizzati nel CME	70
5.2 Quadro economico	70
5.3 Analisi dei Costi/Benefici	71
5.4 Copertura finanziaria	74
5.5 Tempi di esecuzione	75

1 Premessa

La presente relazione riguarda il Progetto Definitivo denominato Pedemontana Piemontese - Collegamento tra l'A4 (Torino - Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme. Collegamento stradale Masserano-Ghemme.

L'intervento in esame, che si colloca interamente nella regione Piemonte, prevede la realizzazione di una nuova infrastruttura il cui tracciato presenta uno sviluppo dell'asse principale di circa 14,9 km, attraversando tre province: Biella, Vercelli e Novara.

L'infrastruttura, da realizzare ex novo, è finalizzata a garantire un collegamento diretto tra il territorio del comune di Masserano ed il comune di Ghemme, tramite la connessione tra la S.P. n.142 var. e l'autostrada A26 Genova-Gravellona Toce.

Il progetto prevede la realizzazione di una piattaforma di categoria B "extraurbana principale" (ai sensi del D.M. 2001) con due corsie per senso di marcia da 3,75 m e banchine laterali da 1,75 m, per una larghezza complessiva di 22,00 m.

2 Aspetti programmatici e finalità dell'intervento

L'intervento in oggetto viene inserito nel 1998 all'interno del Piano della Mobilità della Provincia di Biella. Sulla base di tale documento programmatico, viene sottoscritta successivamente una Convenzione per la predisposizione del Progetto Preliminare dell'intervento "Pedemontana Piemontese" tra la Regione Piemonte, l'ANAS e la stessa Provincia di Biella, che intanto aveva predisposto una prima ipotesi di corridoio Pedemontano sottoponendolo alle Amministrazioni competenti. A valle quindi del primo confronto la Provincia di Biella proponeva il tracciato della Pedemontana articolata in due segmenti:

- Direttrice est: da Masserano/SS142 al casello di Ghemme/A26;
- Direzione sud: da Cerreto Castello/SS142 al casello di Santhià/A4.

Faceva seguito il PP del 2001 così sviluppato:

- nel tratto che collegava l'abitato di Biella a quello di Cossato, percorreva circa 11 km sulla variante alla SS142 esistente;
- nel tratto tra Cossato e Masserano il tracciato proseguiva per 3 km su una variante alla SS 142 (di competenza ANAS, della quale era già prevista la realizzazione);
- nel tratto tra Masserano e il casello di Ghemme/A26, di competenza della Regione Piemonte e dell'ANAS, il tracciato si sviluppava in variante alla SS 142 per circa 15 km.

La Regione Piemonte, sulla base del progetto elaborato dalla Provincia di Biella, fece inserire l'intervento denominato "Collegamento autostradale Pedemontana Piemontese" nell'elenco di opere della Delibera CIPE n. 121/2001, in attuazione della L. 443/2001, avente ad oggetto "Primo Programma Infrastrutture Strategiche" (P.I.S.) considerandolo strategico e di preminente interesse nazionale per il completamento dell'Asse pedemontano Piemonte-Lombardia.



Sistema Pedemontano "piemontese-lombardo-veneto"

Successivamente, in relazione agli atti programmatori, l'intervento con la denominazione "Pedemontana Piemontese" (Sud-Ovest Biella-Vigliano-Carisio A4; Rollino Masserano-Romagnano Sesia) è stato inserito nella successiva Intesa Generale Quadro dell'11.04.2003 tra Governo e Regione Piemonte, con relativa previsione di spesa, nell'Atto Aggiuntivo alla suddetta Intesa Generale Quadro del gennaio 2009 tra le opere di competenza della società C.A.P. costituita nel 2008, tra quelli da realizzare anche con il parziale ricorso a capitale privato e nell'11° Allegato Infrastrutture alla Decisione di Finanza Pubblica 2014-2015, costituente l'aggiornamento annuale del Programma Infrastrutture Strategiche, che riporta questo intervento tra quelli prioritari, da avviare entro il 2015.

In attuazione dell'art. 2, comma 289 della Legge 24 dicembre 2007, n. 244 (c.d. Legge Finanziaria per il 2008), nonché da quanto stabilito nel Protocollo d'Intesa fra Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ANAS S.p.A. e Regione Piemonte, sottoscritto in data 08/04/2008, è stata costituita, in data 24/07/2008, da ANAS S.p.A. e da Società di Committenza Regione Piemonte S.p.A. - SCR Piemonte S.p.A., la società di diritto pubblico Concessioni Autostradali Piemontesi S.p.A. (CAP), che aveva per mandato di realizzare, tra le altre opere, il collegamento viario "Pedemontana Piemontese".

Nel marzo 2009 è stato sottoscritto l'Accordo di Programma tra Regione Piemonte e Province di Biella, Novara e Vercelli e firmata la Convenzione con CAP per la redazione dello Studio di Fattibilità della Pedemontana Piemontese.

Il 20.04.2009 è stato approvato da CAP lo Studio di Fattibilità realizzato da ANAS ed in data 25.04.2009, è stata pubblicata la gara per la ricerca di un promotore finanziario per l'intervento denominato "Pedemontana Piemontese A4-Santhia'-Biella-Gattinara-A26 Romagnano Ghemme", gara aggiudicata provvisoriamente in data 17.12.2009 al raggruppamento temporaneo di imprese composto da SATAP S.p.A. (mandataria), IMPREGILO S.p.A., ATIVA S.p.A., ITINERA S.p.A., MATTIODA Pierino e Figli S.p.A., CO.GE.FA. S.p.A., TUBOSIDER S.p.A., GEMMO S.p.A. e S.I.N.A. S.p.A. (di seguito RTI SATAP).

Il Progetto Preliminare offerto prevedeva la realizzazione di un'autostrada in sez. A1 di 40,11 km, escluse le piste di collegamento dei due svincoli di interconnessione sulla A4 e sulla A26, avente l'obiettivo di raccordare l'autostrada A4 Torino-Milano, nei pressi del comune di Santhia', con l'autostrada A26 Voltri-Arona, a ovest dell'abitato di Ghemme. Il tracciato nel primo tratto si sviluppava da sud a nord verso Biella, attraversando i comuni di Cavaglià, Dorzano, Salussola,

Massazza, Verrone, Benna, Candelo e Valdengo; nel secondo tratto piegava verso est, sfruttando un tratto della SR 142, per la quale era previsto l'adeguamento e, attraversando i comuni di Cossato, Lessona Masserano, Brusnengo, Roasio, Lozzolo, Gattinara e Romagnano Sesia, raggiungeva il comune di Ghemme, dove si collegava alla A26.

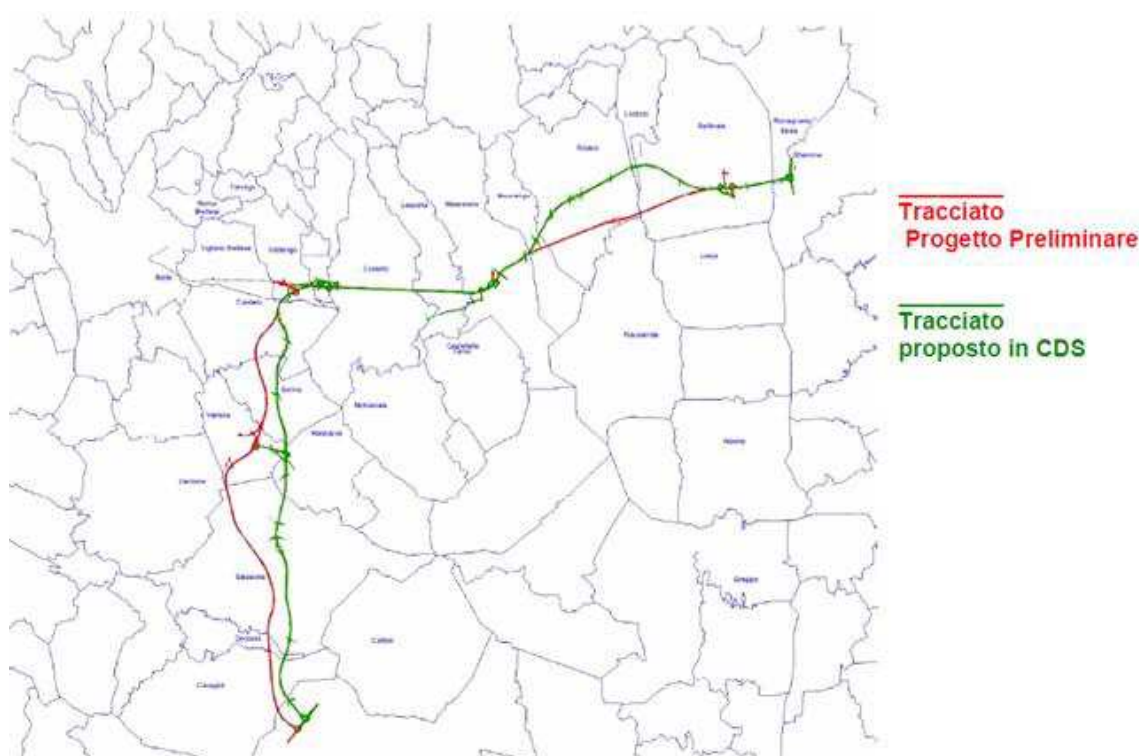
Il tracciato era stato suddiviso in due tronchi funzionali:

- tratto 1: A4-Biella (dal km. 0+000 al km 19+955);
- tratto 2: Biella-Masserano-A26 (dal km 19+955 al km 40+117).

In data 30/03/2010 CAP ha avviato la procedura prevista per le Infrastrutture Strategiche, ex art. 165 del D.Lgs. n.163/2006 e s.m.i. (Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e localizzazione dell'opera), finalizzata all'approvazione del Progetto Preliminare da parte del CIPE.

In data 26/04/2010 la Regione Piemonte, nell'ambito della citata procedura, ha avviato la Conferenza di Servizi per esprimere il proprio parere sulla compatibilità ambientale dell'opera e raccogliere le valutazioni di competenza sul piano programmatico e sulla localizzazione dell'opera.

Nel corso della Conferenza di Servizi (tenuta dalla Regione Piemonte - Direzione Trasporti, Infrastrutture, Mobilità e Logistica - Settore Infrastrutture Strategiche) furono raccolte le richieste avanzate dalle Amministrazioni e dagli Enti competenti, con la proposizione di un nuovo tracciato, in grado di risolvere le problematiche avanzate. Sulla nuova proposta di tracciato fu raggiunto il consenso delle Amministrazioni e dagli Enti competenti.



Tracciato della Pedemontana Piemontese con distinzione tra il tracciato originalmente proposto e quello approvato in sede di Conferenza di Servizi

In data 12/10/2011, con D.G.R. n. 22-2708, pubblicata sul BUR n. 42 del 20/10/2011, la Giunta Regionale della Regione Piemonte ha espresso parere favorevole – subordinatamente all'osservanza di alcune prescrizioni dettagliatamente riportate nel citato provvedimento - in ordine alla compatibilità ambientale dell'opera e sulla localizzazione.

Alla conclusione della procedura di VIA sul progetto aggiornato, in data 16.12.2011, la Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente, si è espressa con il Parere (favorevole) n. 848. Sulla base di tale Parere è stato aggiornato il quadro economico dell'intervento portando l'importo complessivo da € 565,1 Mln (offerto in gara) a € 654,5 Mln. Di conseguenza è stato aggiornato anche il Piano Economico Finanziario (PEF) considerando il nuovo costo dell'opera, l'applicazione della normativa sulla defiscalizzazione e le mutate condizioni finanziarie.

La sintesi dei dati economico finanziari trasmessi al Dipartimento per la Programmazione e il Coordinamento della Politica Economica (DIPE), a quel momento, erano:

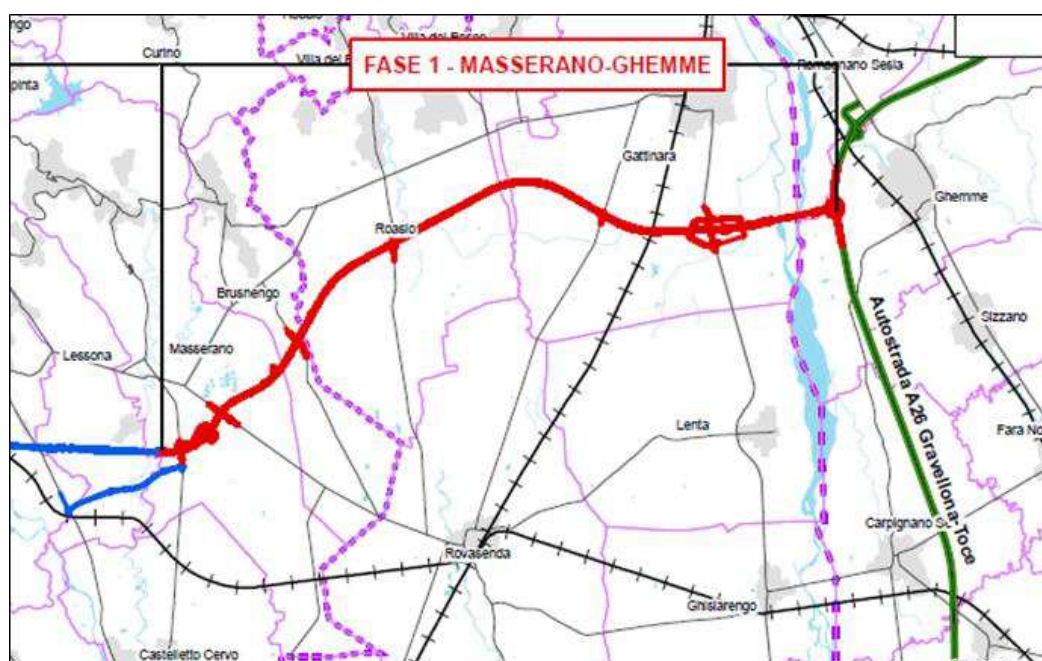
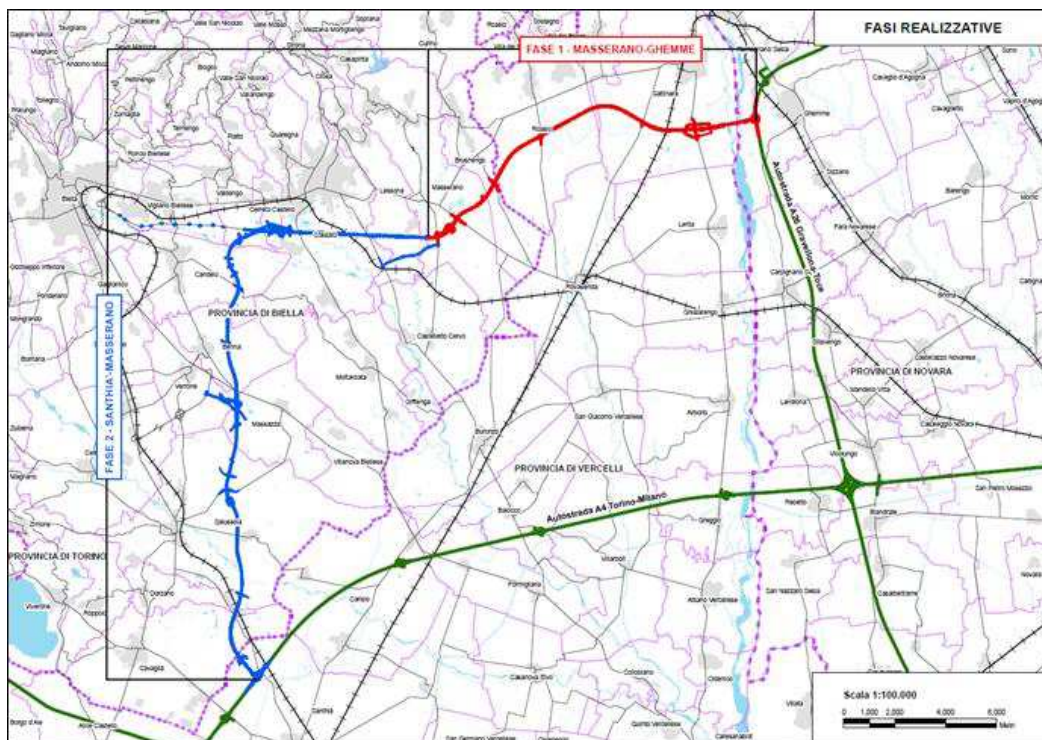
- il costo complessivo dell'investimento: € 824,9 Mln, di cui €161,1 Mln per oneri finanziari capitalizzati;
- il rapporto tra il valore del contributo pubblico e delle misure ex art. 18 legge 183/2011 e s.m.i. ed il valore del costo dell'investimento complessivo era pari al 41,10%;
- la copertura a carico della concessionaria della quota di investimento per un ammontare di € 211,4 Mln per equity e di € 449,2 Mln per ricorso al mercato finanziario (contributo privato al 58,9%).

A dicembre 2013, tenendo conto degli adeguamenti del Piano Economico-Finanziario e degli aggiornamenti degli studi di traffico, l'RTI SATAP, riscontrando anche l'inapplicabilità della normativa in materia di "defiscalizzazione" (art.18 - Legge 183/2011), in quanto il contributo pubblico necessario per la realizzazione dell'opera era incrementato dai 200 Mln di euro iniziali a 513 Mln di euro, ampiamente oltre la soglia del 50% del costo dell'investimento, ha evidenziato l'insostenibilità economica dell'intervento.

Pertanto, nel febbraio 2014, RTI SATAP ha comunicato di non voler rinnovare le cauzioni a garanzia dell'offerta di gara e quindi, non sussistendo i presupposti di legge per procedere all'aggiudicazione definitiva, con disposizione n. 10 del 30.06.2014, CAP ha disposto la conclusione della sopra citata procedura di Affidamento in concessione della progettazione, realizzazione e gestione del collegamento autostradale "Pedemontana Piemontese", con conseguente caducazione dell'aggiudicazione provvisoria.

A luglio 2014, considerata la volontà della Regione Piemonte di realizzare almeno il tratto dell'opera compreso tra Masserano e Ghemme, CAP ha inviato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) una proposta progettuale che prevedeva la realizzazione del tratto tra Masserano e Ghemme, di circa 14 km in sezione B, per un costo di circa 205,150 Mln di euro (IVA inclusi), interamente coperti dal finanziamento pubblico.

riservandosi di presentare la gara completa quando le condizioni di traffico originariamente stimate si fossero ristabilite.



Tracciato della Pedemontana Piemontese tra Masserano e Ghemme

Successivamente, con nota n. 9128/SB0100/PRE del 15.07.2014 il Presidente di Regione Piemonte ha palesato il persistere dell'interesse a realizzare la Pedemontana Piemontese per il tratto Masserano-Ghemme e, con nota n. 710 del 09.12.2014 e n. 782 del 23.12.2014 la stessa Regione Piemonte ha rappresentato al Ministero delle Infrastrutture l'opportunità che ANAS SpA assumesse il ruolo di soggetto aggiudicatore, anche tenendo conto dell'avvio del processo di

verifica della rete stradale per la restituzione ad ANAS SpA di alcuni collegamenti provinciali già appartenenti al demanio stradale, tra cui la SP142 var.

Inoltre, con la citata nota n.782 del 23.12.2014, la Regione Piemonte, prendendo atto della temporanea indisponibilità del finanziamento di 120 Mln di euro, a seguito della riprogrammazione dl PAR FSC 2007-2013, chiedeva a CAP di adeguare la proposta progettuale alle risorse disponibili.

CAP, con nota n.268 del 24.12.2014, formulava quindi una proposta progettuale per la sola tratta Gattinara-Ghemme.

Con Delibera di Giunta Regionale n. 2-1328 del 21 aprile 2015, prendendo atto delle disponibilità finanziarie, del piano di riordino delle società e delle partecipazioni societarie regionali che prevedeva la "dismissione/liquidazione" di CAP, la Regione Piemonte disponeva:

- di dare indirizzo a CAP di stipulare con ANAS gli atti necessari per consentire alla stessa ANAS di sviluppare la progettazione definitiva della "Pedemontana Piemontese" a partire dal 1° lotto funzionale e finanziato, ovvero il tratto da Gattinara a Ghemme;
- che il trasferimento della SP 142 VAR ad ANAS fosse attivato in via prioritaria;
- di attivarsi per reperire le risorse da destinare al completamento del lotto funzionale da Masserano a Ghemme e contemporaneamente con le note del 02.11.2015 n. 25170 e 11.03.2016 n. 5609, la Regione Piemonte comunicava rispettivamente che il Collegamento stradale Masserano-Ghemme rientrava tra gli interventi stradali prioritari e che sussisteva l'impegno all'inserimento nella programmazione 2014-2020 del Fondo Sviluppo e Coesione.

Il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) con delibera n. 23/2016 del 05.08.2016 disponeva la variazione del Soggetto Aggiudicatore da CAP ad ANAS, prescrivendo al subentrante la presentazione al MIT degli elaborati relativi al progetto definitivo del Collegamento stradale Masserano-Ghemme, nel rispetto delle obbligazioni giuridicamente vincolanti.

Con Delibera CIPE n. 25 del 10.08.2016 veniva approvata l'individuazione delle aree tematiche nazionali per le quali erano da definirsi dei Piani Operativi su cui impiegare la dotazione finanziaria del Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020 e con Delibera CIPE n. 54 del 01/12/2016 veniva infine approvato il Piano Operativo Fondo Sviluppo e Coesione Infrastrutture 2014-2020 dove è previsto il finanziamento per 124,7 Mln di Euro per la realizzazione della Pedemontana Piemontese, tratta Masserano-Ghemme.

3 Iter procedurale di approvazione del progetto

3.1 Redazione del Progetto Preliminare

Il progetto dell'infrastruttura "Pedemontana Piemontese" ha origine da uno Studio di Fattibilità risalente al 2009 condotto da C.A.P. S.p.A., seguito dalla redazione nel 2009 di un Progetto Preliminare, presentato a C.A.P. S.p.A., in seguito ad una gara di project financing, da un raggruppamento di imprese che aveva come mandataria la SATAP SpA.

L'infrastruttura, di sviluppo pari a circa 40 km, prevista in sezione di categoria A "autostrade ambito extraurbano" raccordava l'autostrada A4 Torino-Milano (nei pressi del comune di Santhià) attraverso la tratta Santhià-Biella, con l'autostrada A26 Genova Voltri-Gravellona Toce (a ovest dell'abitato di Ghemme), attraverso la tratta Biella-Ghemme.

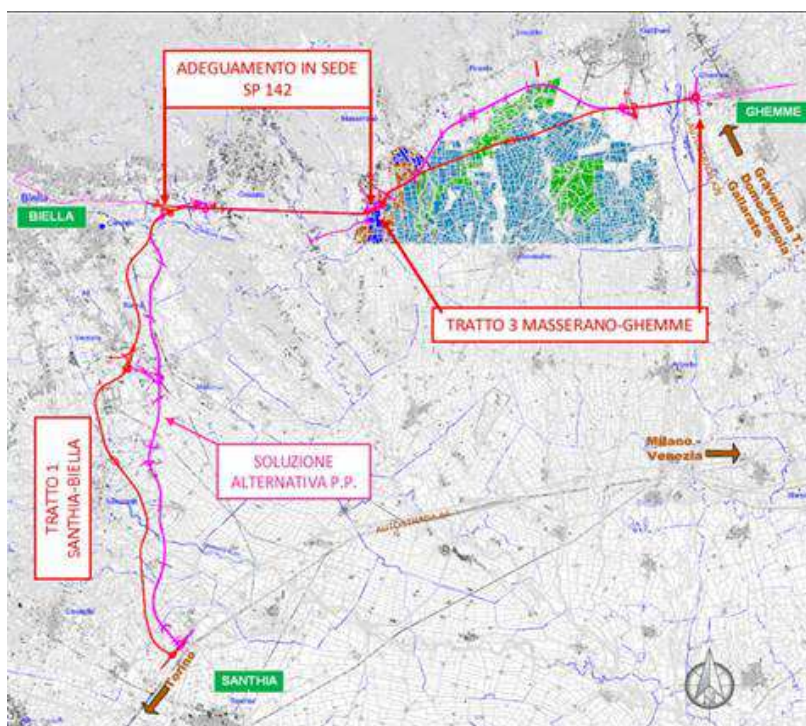
3.2 Avvio procedura CIPE

In data 30/03/2010 CAP ha avviato la procedura prevista per le Infrastrutture Strategiche, ex art. 165 del D.Lgs. n.163/2006 e s.m.i. (Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e localizzazione dell'opera), finalizzata all'approvazione del Progetto Preliminare da parte del CIPE.

3.3 Procedure concluse sul progetto Preliminare

Il Progetto Preliminare, a seguito dell'avvio della procedura di approvazione di Legge Obiettivo, ha conseguito le seguenti autorizzazioni:

- 13.06.2011: autorizzazione paesaggistica, con nota n. DG/PBAAC/34.19.04/19534/2011 il Ministero per i Beni e le Attività Culturali ha espresso parere favorevole, con prescrizioni, alla realizzazione dell'intervento;
- 12.10.2011: compatibilità ambientale e localizzazione, con D.G.R. n. 22-2708, pubblicata sul BUR n. 42 del 20/10/2011, la Giunta Regionale della Regione Piemonte ha espresso parere favorevole, con prescrizioni;
- 16.12.2011: valutazione di impatto ambientale, positiva con prescrizioni, espressa della Commissione Tecnica di Verifica dell'impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con parere n.848;

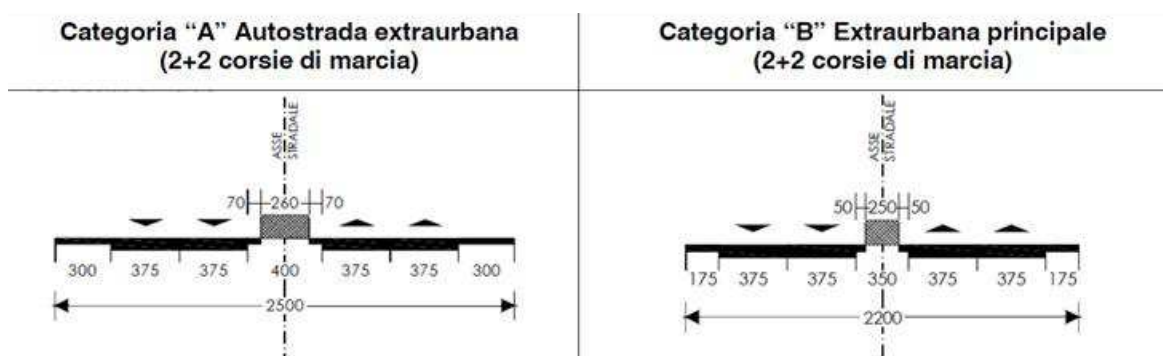


Inquadramento territoriale del tracciato della Pedemontana Piemontese di Progetto Preliminare

3.4 Delibera CIPE n.23 del 2016

A seguito della Delibera n.23/2016, il CIPE ha individuato in Anas il soggetto attuatore dell'intervento, declassando l'infrastruttura da autostrada a strada extraurbana principale (categoria B secondo il DM 05/11/2001) e limitando la realizzazione dell'infrastruttura al tratto di

circa 14 km tra Masserano e Ghemme. La Delibera prevede inoltre che l'ANAS dovrà presentare al MIT gli elaborati progettuali del collegamento stradale Masserano-Ghemme idonei per l'approvazione del CIPE.



Confronto fra le categorie stradali A e B

3.5 Redazione del Progetto Definitivo

L'ANAS, sulla base di quanto previsto dalla Delibera CIPE n.23/2016, ha sviluppato il Progetto Definitivo del tratto Masserano-Ghemme utilizzando lo stesso corridoio individuato nella proposta progettuale redatta da C.A.P. S.p.A., corridoio che aveva ricevuto i pareri ambientali positivi.

Durante lo sviluppo del progetto sono stati analizzati tutti gli aspetti inerenti la sicurezza stradale secondo quanto previsto dal Ministero Infrastrutture e Trasporti nella nota Uff. 0003989 datata 05/05/2017 in merito alla necessità dei controlli ex D.Lgs.35/2011 da effettuare limitatamente il progetto dello svincolo di Ghemme con l'A26.

L'iter approvativo del Progetto Definitivo prevede ora la verifica Tecnico-Economica del C.S.LL.PP., e successivamente l'avvio delle procedure approvative presso il CIPE ai sensi all'art.167 comma 5 del D.Lgs. n.163/2006.

4 Aspetti tecnici del progetto

4.1 Descrizione dell'intervento

L'infrastruttura ha origine sul sedime della S.P. n.142 var. nel territorio di Masserano, in corrispondenza della prog. 25+143 (progressiva dell'intero intervento così come previsto nel Progetto Preliminare) e termina in corrispondenza della connessione con l'A26 nei pressi dell'abitato di Ghemme.

In prossimità dell'inizio dell'intervento è prevista la sostituzione dell'attuale rotatoria con una intersezione a livelli sfalsati, per la quale si rende necessaria la realizzazione di un attraversamento in cavalcavia sul sedime della S.P.315 "Rolino-Buronzo" e due rotatorie per le manovre sulla rete locale esistente.

Successivamente il tracciato di progetto devia sul lato Nord evitando, mediante una serie di flessi planimetrici con curve di ampio raggio, l'interferenza diretta con l'area "SIC" di rete "Natura

2000", secondo quanto era stato previsto e riportato dalle osservazioni della procedura ambientale.

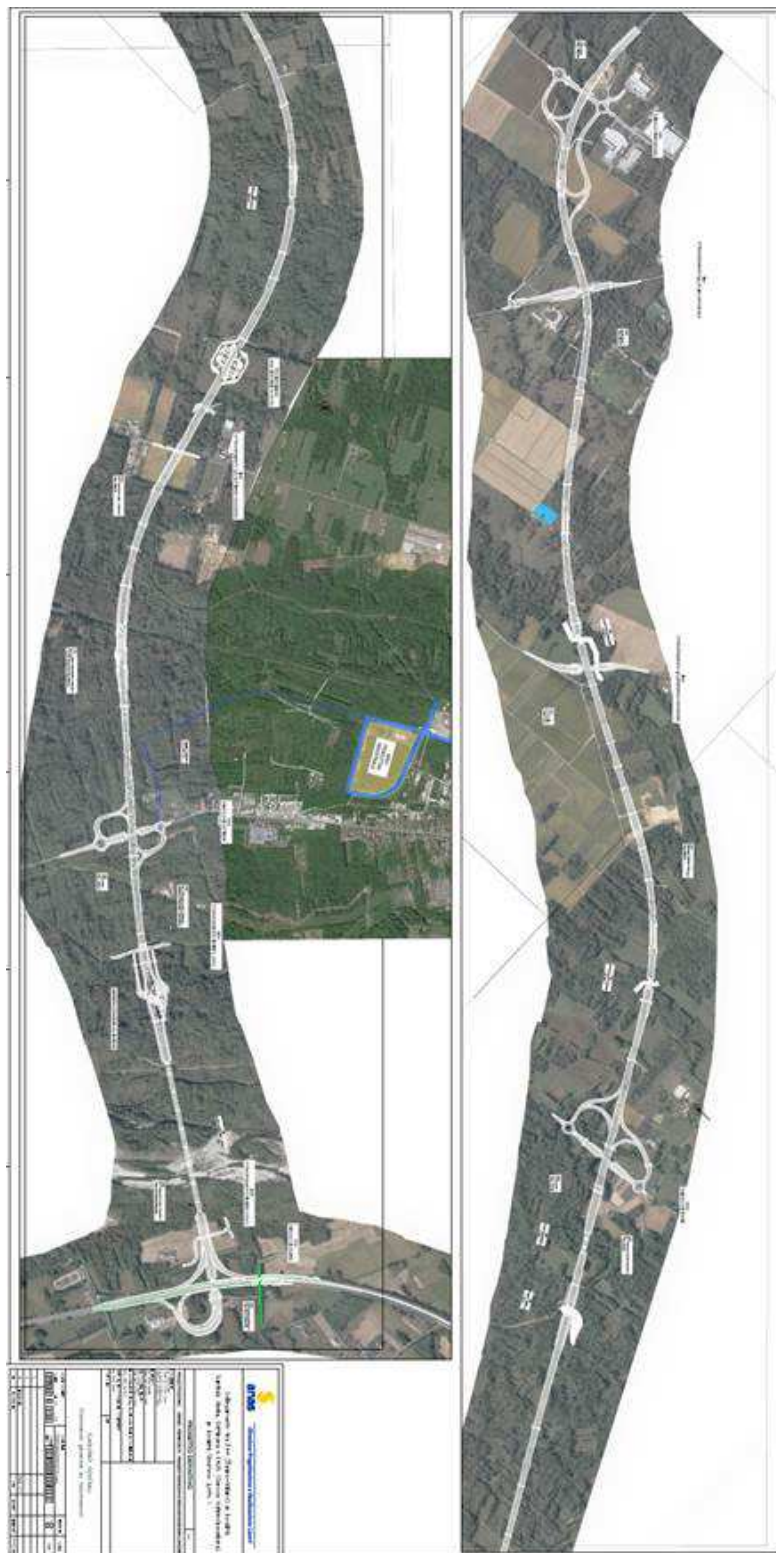
Il tracciato dopo il tratto iniziale si sviluppa in modo da evitare, per quanto possibile, le proprietà agricole (ed un laghetto artificiale).

Lungo l'intero sviluppo del tracciato si registrano tuttavia diverse interferenze con il fitto reticolo idrografico esistente, facilmente risolte a mezzo di ponticelli e tombini scatolari dimensionati secondo le risultanze delle verifiche idrauliche.

Dopo un primo viadotto in corrispondenza del "Rio Guarabione" il tracciato si sposta verso destra attraversando in viadotto il "Rio San Giorgio" per proseguire di nuovo in rettilineo.

Per quanto riguarda le viabilità secondarie si sottolinea che, al fine di garantire la continuità delle viabilità provinciali interferite, che collegano la vicina Rovasenda con le località di Masserano e Rolino, si prevede la realizzazione di n.5 cavalcavia, realizzati secondo la tipologia ANAS denominata "Reinventata Cavalcavia", in struttura mista in acciaio corten e calcestruzzo vincitrice del concorso di idee appositamente indetto da Anas.

Proseguendo in direzione est, il tracciato procede sostanzialmente in rettilineo attraversando il territorio del Comune di Roasio, nel quale è previsto uno svincolo con realizzazione di n.4 rampe per l'ingresso e l'uscita e di n.2 rotatorie sul sedime della stessa provinciale tali da permettere la manovra per le diverse direzioni.



Inquadramento territoriale del tracciato della Pedemontana Piemontese di Progetto Preliminare

Successivamente il tracciato dell'asse principale supera in rettilineo i torrenti "Rovasenda" e "Torbola" per mezzo di n.2 ponti di lunghezza rispettivamente circa 106 m e 42 m. Nella stessa tratta si è inserito anche un sottopasso scatolare per garantire il passaggio sia del canale idrico (ex Cavo Fiat che porta l'acqua per l'irrigazione in tutta la zona) sia della adiacente viabilità di servizio, con franco altimetrico tale da consentire il passaggio ai mezzi per la manutenzione. Il tracciato si riporta così in rettilineo ed in leggero rilevato, limitando al minimo gli impatti sul territorio ed il consumo di suolo.

Attraversato il tratto boscato, il tracciato accede nel territorio del Comune di Gattinara mediante una curva destrorsa di raggio 1.500 m: mediante un altro ponte stavolta di lunghezza 50 m è stato possibile superare il torrente Marchiazza per poi, con una curva in destra di ampio raggio, costeggiare la tratta boscata mantenendo l'infrastruttura con un minimo rilevato sul piano campagna. Alla progr. km 35+300 è stata inserita una superficie per predisporre il progetto di un'area di servizio (ambo i lati delle carreggiate): prima, è stata collocata in una posizione baricentrica rispetto allo sviluppo dell'intervento e ben distante dall'area "SIC".

Alla progressiva 35+800 circa si registra l'attraversamento della S.P.n.3 a mezzo di un sottopasso scatolare in cemento armato posto sul sedime della viabilità secondaria; la stessa soluzione di scavalco è stata riproposta per garantire la continuità della linea ferroviaria "Santhia-Arona" alla progr. km 36+835 indicazioni di R.F.I.

L'asse principale in tale tratto prevede il punto di massima quota sul piano campagna (circa 8-9 m) per poi ritornare, superato lo scavalco ferroviario, ad un'altezza di rilevato piuttosto contenuta dell'ordine di 2 m, che caratterizza l'intero intervento di progetto.

Il tracciato riprende così l'allineamento planimetrico in rettilineo approcciandosi all'intersezione, sempre a livelli sfalsati, a servizio del Comune di Gattinara.

Alla prog. km 38+800 circa è stata prevista la barriera di esazione (resa necessaria per la connessione con l'autostrada A26), dotata di n.7 porte (4 in uscita e 3 in entrata) rispondente agli standard delle altre viabilità con volumi di traffico dell'ordine di 20.000 veic/g. Si è prevista inoltre per ogni lato una viabilità di servizio che si collega alla rete locale esistente da utilizzarsi per i mezzi sgombraneve e per manutenzione senza entrare in autostrada.

La posizione planimetrica e la configurazione della barriera è stata concordata con i tecnici di Autostrade per l'Italia (ASPI), negli incontri tenuti presso il MIT. L'area di esazione sancisce il passaggio da infrastruttura tipo B a raccordo autostradale: l'infrastruttura mantiene le stesse caratteristiche in termini di sezione trasversale ed elementi geometrici, anche se, previa convenzione, il tratto sarà ceduto alla società concessionaria.

In prossimità della fine dell'intervento si attraversa il fiume Sesia, mediante la realizzazione di un viadotto in struttura mista acciaio-calcestruzzo di lunghezza 820 m, superato il quale si arriva nel territorio di "Ghemme", con termine dell'asse principale del tracciato alla progr. km 40+089.

Il tracciato si chiude con l'intersezione con l'A26, risolta con uno svincolo a trombetta sull'autostrada.

A seguito degli incontri tenuti con la società concessionaria ASPI, la realizzazione dello svincolo ha reso necessario prevedere anche l'adeguamento della piattaforma dell'autostrada A26 per una estesa di circa 2 km, così da preservare la possibilità futura di un ampliamento a 3 corsie dell'autostrada stessa. La richiesta di ASPI (di cui nota n.18882/EU del 30/06/2010) è stata inoltre richiamata nella prescrizione n. 88 del parere VIA n.848 del 16/12/2011 del Ministero dell'Ambiente.

4.2 Progettisti firmatari

Il Progetto Definitivo e lo Studio di Impatto Ambientale sono stati redatti da Anas s.p.a. - Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori – Coordinamento Progettazione.

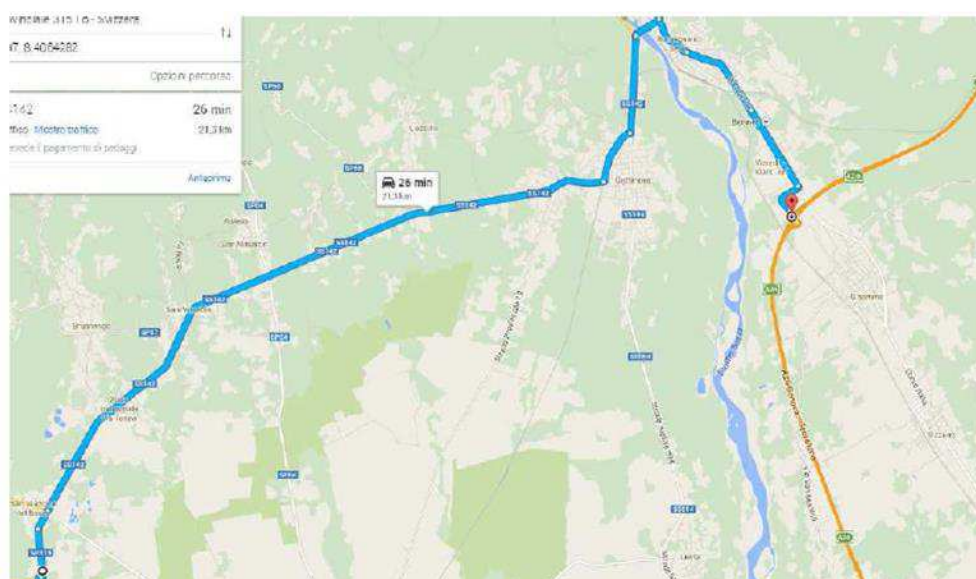
- **Progettisti firmatari del progetto**, nominati da Anas S.p.A. il 10/03/2017, sono:
 - ing. Vincenzo Marzi, (Ordine Ing. di Bari n.3594)
 - ing. Achille Devitofranceschi (Ordine Ing. di Roma n.19116);
- **Geologo**: dott.ssa Serena Majetta (Ordine Geol. del Lazio n.928);
- **Responsabile del S.I.A.**: arch. Giovanni Magarò (Ordine Arch. di Roma n.16183);
- **Coordinatore per la Sicurezza in fase di progettazione**: geom. Fabio Quondam.
- **Responsabile del Procedimento**: ing. Nicolò Canepa.

4.3 Analisi delle alternative di tracciato

4.3.1 L'opzione zero

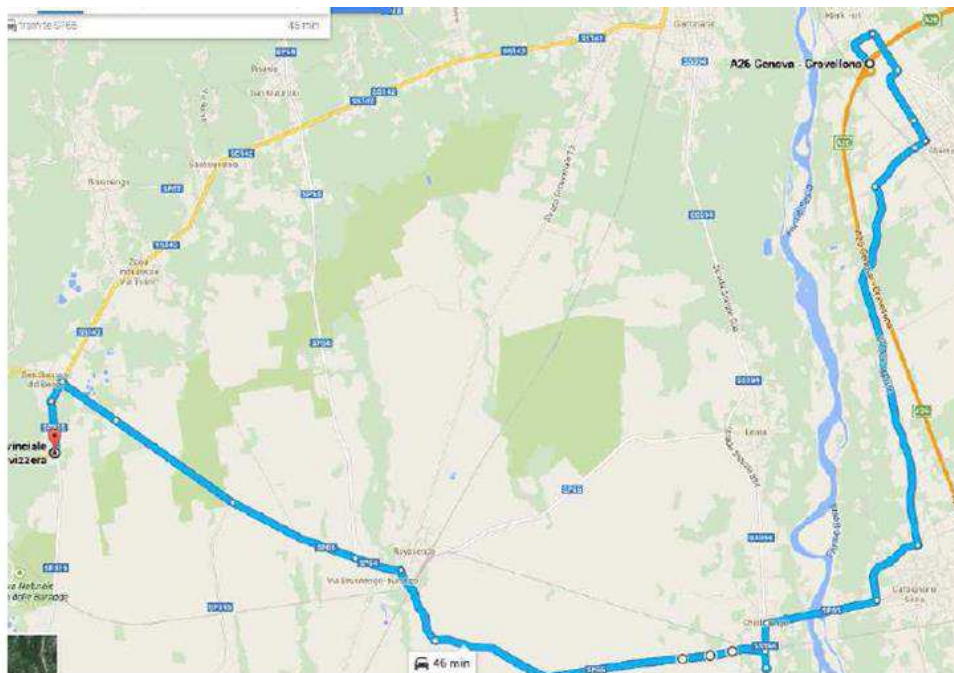
L'area oggetto di intervento si sviluppa in un quadrante che presenta grandi potenzialità e capacità di contribuire allo sviluppo della regione Piemonte. Tali potenzialità sono dovute principalmente alla massa demografica ed occupazionale del sito, alla forte concentrazione di insediamenti industriali (fortemente specializzati nel settore tessile) ed agro-industriali, nonché alla valorizzazione del patrimonio naturale e storico culturale, con particolare riferimento al distretto dei Laghi.

Allo stato attuale i percorsi di traffico in assenza della realizzazione del tratto Masserano-Ghemme sono quelli rappresentati nelle seguenti figure:

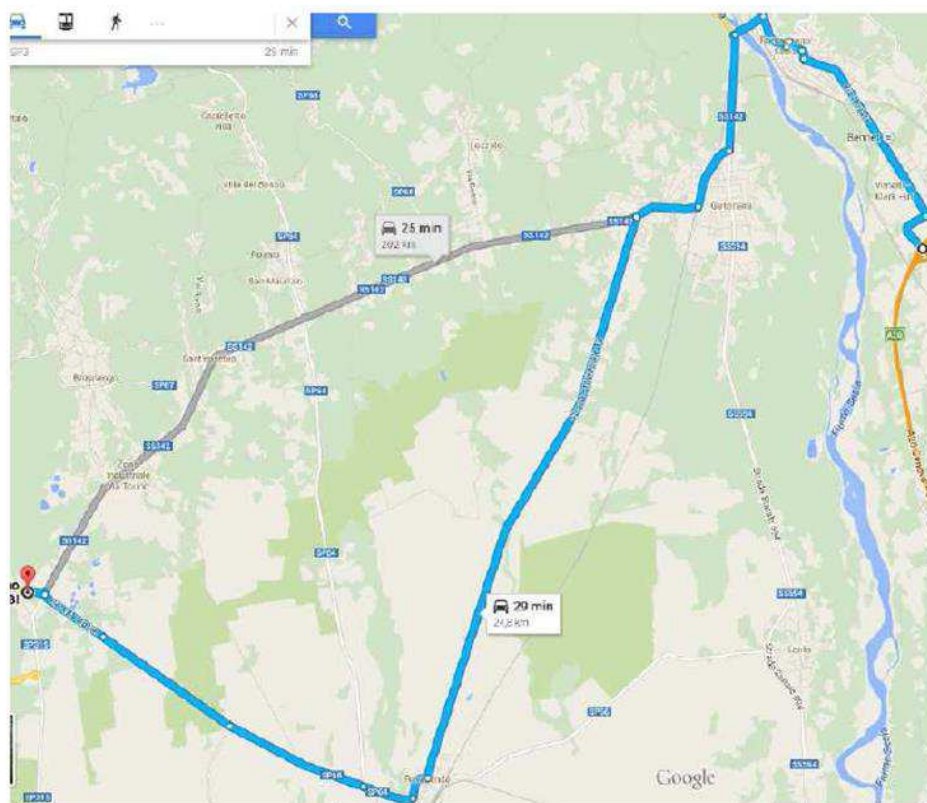


Percorso Rot. Masserano – Sv Ghemme in assenza di traffico attraversando la vecchia SS142

Collegamento viario Pedemontana Piemontese tra la A4 e la A26 (Santhia'-Biella- Gattinara-Ghemme)
 Collegamento viario Masserano-Ghemme
 Progetto Definitivo



Percorso Rot. Masserano – Sv Ghemme in assenza di traffico attraversando la SP 64 e la SP65



Percorso Rot. Masserano – Sv Ghemme in assenza di traffico attraversando la SP 64, la SP65 e la vecchia SS142

Con la realizzazione del tratto in progetto si otterrà una diminuzione di percorso di circa 7 km percorsi e una diminuzione del tempo di percorrenza di circa 16 minuti e mezzo.

4.3.2 Analisi delle alternative progettuali

Il progetto è il risultato di un lungo percorso di elaborazioni e modifiche successive che parte dal 1998 e che si conclude con la proposta contenuta nel progetto in esame.

Nel corso del tempo il progetto, pensato per risolvere le criticità trasportistiche delle provincie di Biella e Vercelli, è andato affinandosi grazie a tutti i contributi pervenuti dalle Amministrazioni competenti. Attraverso questo percorso si sono delineate diverse soluzioni progettuali che possono a tutti gli effetti essere considerate alternative di progetto, e che si sono affinate nel tempo proprio sulla scorta del percorso di condivisione già maturato negli anni passati.

Analizzando tale percorso di condivisione del progetto, possono individuarsi tre fasi a cui fanno capo soluzioni progettuali (alternative) che si differenziano tra loro in ragione delle differenti tematiche, in particolare:

- la prima fase riguarda le varianti localizzative del tracciato. Essa ha tenuto conto dell'alternativa proposta nel progetto preliminare già sottoposto alla procedura di VIA e quella scaturita successivamente nella Conferenza di Servizi che ha avuto parere positivo di compatibilità ambientale: entrambe avevano ad oggetto la realizzazione di un'autostrada in sezione A1;
- la seconda fase tiene in considerazione la proposta progettuale scaturita dalla Conferenza di Servizi. Tale proposta è stata in seguito oggetto di studio di soluzioni progettuali che hanno determinato alcune modifiche sulla base dei seguenti condizionamenti:
 - riduzione della lunghezza del tracciato;
 - modifica della classe stradale;
- la terza fase riguarda le modifiche al tracciato intervenute nella redazione del Progetto Definitivo, che possono sinetizzarsi in:
 - variante altimetrica;
 - ottimizzazione delle scelte progettuali.

4.3.3 Varianti localizzative del tracciato

Il Progetto Preliminare già sottoposto alla procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) e localizzazione dell'opera, prevista per le Infrastrutture Strategiche (ex art. 165 del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.), finalizzata all'approvazione del Progetto Preliminare da parte del CIPE, prevedeva l'intervento denominato "Pedemontana Piemontese A4 - Santhia - Biella - Gattinara - A26 Romagnano_Ghemme", consistente in un'autostrada in sez. A1 avente l'obiettivo di raccordare l'autostrada A4 Torino-Milano, nei pressi del comune di Santhia, con l'autostrada A26 Voltri-Arona, a ovest dell'abitato di Ghemme. Tale collegamento era previsto avente una lunghezza totale di 40,1 km, escluse le piste di collegamento dei due svincoli di interconnessione sulla A4 e sulla A26.

Il tracciato nel primo tratto si sviluppava da sud a nord verso Biella, attraversando i comuni di Cavaglià, Dorzano, Salussola, Massazza, Verrone, Benna, Candelo e Valdengo; nel secondo tratto piegava verso est, sfruttando un tratto della SR 142, per la quale era previsto l'adeguamento, e attraversando i comuni di Cossato, Lessona Masserano, Brusnengo, Roasio, Lozzolo, Gattinara e Romagnano Sesia raggiungeva il comune di Ghemme dove si collegava alla A26.

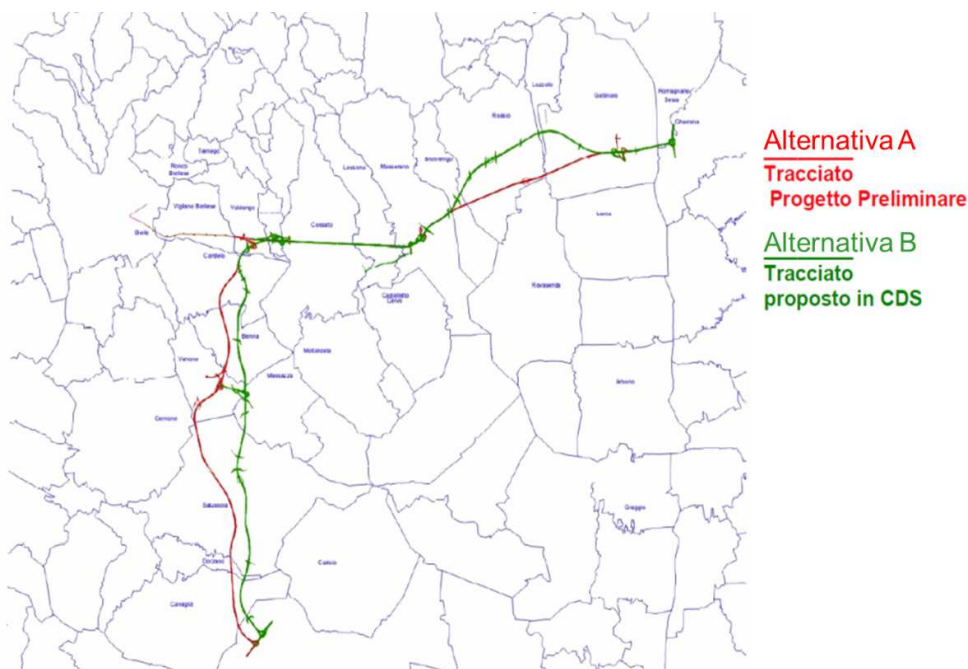
Per le sue caratteristiche ed al fine di un'eventuale suddivisione funzionale, il tracciato era suddiviso in due tronchi:

- TRATTO 1: A4 - BIELLA (dal km. 0+000 al km 19+955);
- TRATTO 2: BIELLA - MASSERANO - A26 (dal km. 19+955 al km. 40+117).

A seguito delle Conferenze di Servizi (tenute dalla Regione Piemonte - Direzione Trasporti, Infrastrutture, Mobilità e Logistica - Settore Infrastrutture Strategiche) e delle osservazioni pervenute, sono state raccolte le richieste avanzate in occasione della Conferenza di Servizi ed è stata proposta un'ipotesi di nuovo tracciato, che rifletteva l'impegno per trovare soluzioni ai problemi evidenziati dai vari soggetti coinvolti. Il nuovo tracciato risultava concepito nell'ottica di risolvere, o comunque minimizzare, le criticità del precedente progetto. Sulla nuova proposta è stato raggiunto il consenso degli Enti Locali direttamente interessati e su di esso è stato espresso parere positivo di compatibilità ambientale, subordinatamente al rispetto di alcune prescrizioni della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA n. 848 del 16/12/2011.

Il parere positivo già espresso chiarisce la qualità reciproca delle due alternative elaborate, sancendo la scelta progettuale da perseguire. Ciononostante, per completezza, si fornisce di seguito una breve illustrazione delle due soluzioni, che sono indicate come:

- alternativa di tracciato "A", quella proposta nel progetto preliminare allegato all'istanza di VIA,
- alternativa di tracciato "B", quella scaturita dalla Conferenza di Servizi e che ha avuto parere positivo di compatibilità ambientale (n. 848/2011), e l'analisi di confronto effettuata.



Varianti localizzative del tracciato

4.3.4 Alternativa di tracciato A

Qui di seguito è riportata la suddivisione in tratte con l'ubicazione degli svincoli e delle aree di servizio:

- TRATTO 1: A4 – BIELLA (dal km 0+000 al km 19+955):
 - km 00+000 Svincolo di interconnessione con autostrada A4 in comune di Santhià;
 - km 07+000 Area di Servizio Vigellio (Est ed Ovest);
 - km 11+010 Svincolo di Verrone;
 - km 19+510 Svincolo di Biella su SR 142;
- TRATTO 2: BIELLA – MASSERANO – A26 (dal km 19+955 al km 40+117):
 1. Tratto 2a: Biella – Masserano (dal km 19+955 al km 25+200) - adeguamento in sede. In questo tratto non sono previsti né svincoli né aree di servizio ma unicamente l'adeguamento della struttura esistente e la realizzazione di una tratta complanare a servizio della viabilità locale.
 2. Tratto 2b: Masserano – A26 (dal km 25+200 al km 40+117);
 - km. 26+300 Svincolo di Masserano;
 - km 31+200 Area di Servizio Baraggia (Sud e Nord);
 - km 37+510 Svincolo di Gattinara su SP 594;
 - km 40+117 Svincolo di interconnessione con autostrada A26 in comune di Ghemme.

4.3.5 Alternativa di tracciato B

Il tracciato (che si riferisce al tracciato considerato nello Studio di Fattibilità del 2009 redatto da Anas) è suddiviso in tre tratte principali di seguito riportate:

- TRATTO 1: A4 – BIELLA (dal km 0+000 al km 20+500):
 - km 00+000 Svincolo di interconnessione con autostrada A4 in comune di Santhià;
 - km 08+350 Area di Servizio Vigellio (Est ed Ovest);
 - km 12+582 Svincolo di Verrone su SP 230;
 - km 19+750 Svincolo di Biella su SR 142;
- TRATTO 2: BIELLA – MASSERANO – adeguamento in sede - (dal km 20+500 al km 26+800).

In questo tratto non sono previsti né svincoli né aree di servizio, ma unicamente l'adeguamento della struttura esistente e la realizzazione di una tratta complanare a servizio della viabilità locale;
- TRATTO 3: MASSERANO – A26 (dal km. 26+800 al km. 40+530):
 - km 27+905 Svincolo di Masserano su SP 317;
 - km 33+550 Area di Servizio Marchiazza (Sud e Nord);
 - km 38+390 Svincolo di Gattinara su SP 594;
 - km 40+530 Svincolo di interconnessione con autostrada A26 in comune di Ghemme.

4.4 Il confronto delle alternative

Queste alternative, l'alternativa A di estensione: di 17 km e l'alternativa B di estensione 18,6 km, sono state oggetto di un'analisi di tipo "multicriteria" che ha considerato i seguenti indicatori:

- vincoli e tutele naturali e culturali;
- rumore;
- atmosfera,

- vibrazioni.

Per quanto riguarda l'analisi delle interferenze con i vincoli e le tutele naturali e culturali, ovvero gli impatti sulla componente paesaggio, sulla componente uso del suolo, sulla componente ecosistemi e sulla componente vulnerabilità idrogeomorfologica, del tratto definito convenzionalmente "Santhià - Candelo", che interessa il contesto territoriale racchiuso tra questi comuni della provincia di Biella, di cui le aree forestali denominate "Baragge" costituiscono elemento di particolare interesse dal punto di vista paesaggistico ed ambientale, l'alternativa A ha mostrato in generale una significativa riduzione degli impatti analizzati, con l'eccezione di quello riferito alla vulnerabilità idro-geomorfologica.

Per quanto riguarda il tratto definito convenzionalmente "Brusnengo-Gattinara" la soluzione "A" (di estensione in questo tratto di 9 km), si caratterizza, per un minore attraversamento del SIC con la relativa area di pregio ambientale e delle risaie della provincia novarese; la soluzione "B" (di estensione in questo tratto di 7,85 km), invece, interessa in maniera più incisiva il SIC ed una vasta superficie ad alto valore agronomico come le "risaie novaresi". Anche in questo tratto l'alternativa A ha mostrato in genere una significativa riduzione degli impatti analizzati, con l'eccezione di quello riferito alla vulnerabilità idro-geomorfologica.

Per quanto riguarda la componente rumore l'analisi effettuata si basa principalmente sui seguenti parametri:

- valutazione della sensibilità acustica del territorio sulla base delle classificazioni acustiche con-tenute nella fascia di studio (500 m per lato) dei due percorsi previsti;
- presenza di ricettori sensibili nella fascia di studio analizzata;
- valutazione del numero di ricettori potenzialmente esposti agli impatti derivanti dall'esercizio dell'opera.

Dall'analisi si evince che:

- le classi acustiche più rappresentate nell'ambito spaziale considerato sono la Classe III (Aree di tipo misto) e la Classe IV (Aree ad intensa attività umana) per entrambi i tracciati in progetto;
- nell'ambito del corridoio di studio relativo al tracciato A è prevista la presenza di 3 ricettori sensibili mentre nell'ambito di studio interferito dal Tracciato B è presente un solo ricettore sensibile;
- il tracciato B interessa un numero di ricettori inferiori per ciò che concerne le destinazioni d'uso residenziali, industriale-commerciale-terziario e di culto per tutte le fasce di territorio considerate. Nelle fasce più vicine all'infrastruttura in progetto risultano invece maggiori i ricettori ricadenti nella classificazione altro, ma considerando che la classe "altro" indica manufatti in cui la presenza dell'uomo è saltuaria se non del tutto assente (garage, tettoie, fienili, centraline per l'energia elettrica, ...), pertanto l'opzione B determina una riduzione della popolazione esposta agli impatti acustici più significativi derivanti dall'esercizio dell'opera.

Per concludere si può affermare che l'ipotesi B, relativamente alla componente rumore, presenta performance ambientali migliori.

Per quanto riguarda la componente atmosfera il confronto tra le prestazioni ambientali delle due ipotesi di tracciato, è stato sviluppato attraverso l'analisi di due parametri:

- il numero di chilometri in funzione delle diverse classi del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria del territorio attraversate;

- il numero di ricettori potenzialmente soggetti da alterazioni apprezzabili della qualità dell'aria.

Con riferimento al primo parametro considerato, dal confronto dei due tracciati emerge una sostanziale analogia relativamente alla sensibilità del territorio, anche se l'ipotesi B può essere considerata ambientalmente preferibile, in quanto interessa in maggior misura porzioni di territorio caratterizzate da una buona qualità dell'aria (classi 3 e 3p), e pertanto con una maggior capacità di carico. Si segnala che l'unico comune classificato in classe 1 (Cossato) non subisce variazioni in termini di chilometri di tracciato interferente tra le due ipotesi.

Maggiormente significativo al fine di valutare la performance ambientale dell'opera è il parametro relativo al numero di ricettori potenzialmente oggetto di alterazioni apprezzabili della qualità dell'aria. Tale parametro è stato valutato considerando il numero di ricettori ricadenti all'interno della fascia di 50 m valutati dal ciglio stradale.

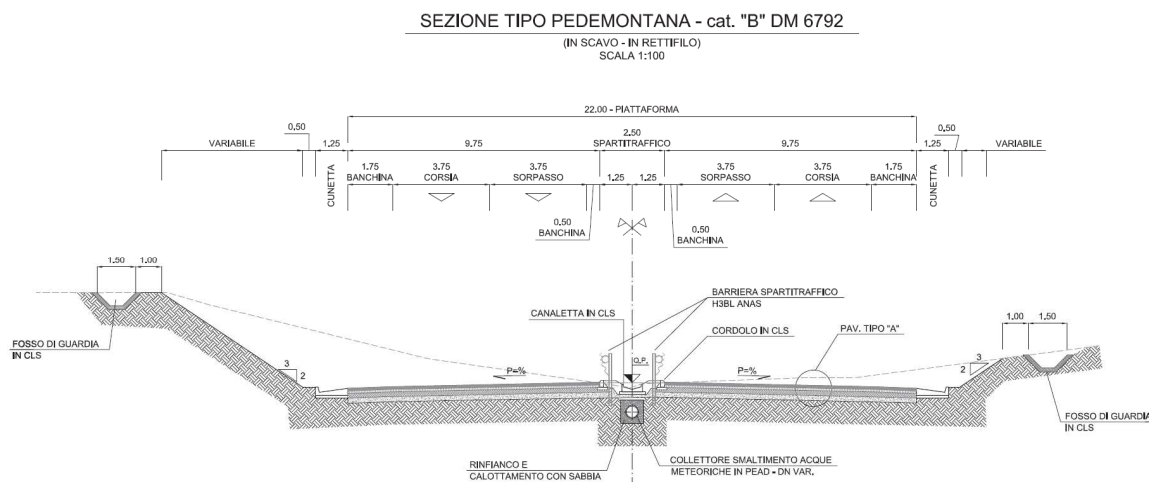
Il tracciato B interessa un numero di ricettori inferiori per ciò che concerne le destinazioni d'uso residenziali, industriale-commerciale-terziario e di culto, mentre risultano maggiori i ricettori ricadenti nella classificazione altro. In considerazione del fatto che la classe "altro" indica manufatti in cui la presenza dell'uomo è saltuaria se non del tutto assente (garage, tettoie, fienili, centraline per l'energia elettrica, ...), si può concludere che l'opzione B determina una riduzione della popolazione esposta alle alterazioni della qualità dell'aria che, in ogni caso, risultano conformi alle prescrizioni normative. Per concludere, l'analisi dei due parametri prescelti consente di affermare che l'ipotesi B, relativamente alla componente atmosfera, presenta performance ambientali migliori.

Il confronto delle due alternative progettuali in termini di vibrazioni non è sicuramente rilevante per l'assunzione di preferenze in merito all'una o all'altra soluzione, in relazione al fatto che l'impatto vibrazionale determinato dall'esercizio autostradale è trascurabile e che, in corso d'opera, è gestibile nell'ambito delle normali procedure di controllo del sistema di gestione ambientale e del PMA.

In ogni caso, essendo il tracciato B caratterizzato da un minore numero di ricettori residenziali, commerciali, terziari e industriali potenzialmente interferiti dalle lavorazioni, si può affermare che tale tracciato evidenzia performance ambientali migliori.

4.5 Sezione tipo

Per quanto riguarda l'asse principale della nuova infrastruttura della "Pedemontana Piemontese" la sezione tipo adottata è riferibile alla Categoria tipo "B", relativa alle strade extraurbane principali presentando una piattaforma pavimentata di larghezza minima pari a 22,00 m (oltre allargamenti della stessa per motivi di visibilità), sia in rilevato che in trincea.



Sezione tipo B della "Pedemontana Piemontese" in scavo

In dettaglio, la sezione è costituita dai seguenti elementi:

- spartitraffico di larghezza 2,50 m;
- banchine in sinistra da 0,50 m (oltre allargamenti per visibilità);
- n.4 corsie (2 per senso di marcia) di modulo 3,75 ciascuna;
- eventuale corsia specializzata (ingresso/uscita) di modulo 3,75m;
- banchine in destra da 1,75 m (oltre allargamenti per visibilità);
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,75 m;
- in scavo, cunetta alla francese di larghezza di 1,25 m, di cui "tratto di pulizia" a tergo previsto da 0.50 m per un totale di 1,75 m.

4.6 Dispositivi di ritenuta

I dispositivi di ritenuta adottati sono conformi a quanto previsto dal D.M. 18 febbraio 1992, n.223 e s.m.i. In particolare, si è fatto riferimento all'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004 e, partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, si sono individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare. Si è altresì tenuto conto delle norme EN 1317 recepite dallo stesso DM 21 giugno 2004, per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere.

In riferimento ai dati di traffico si è preso come riferimento la condizione più gravosa che prevede un TGM pari a circa 22.300 veicoli, con una percentuale di mezzi pesanti pari al 12%, che corrisponde ad un tipo di traffico "II", sulla base ai criteri del DM 21/06/04. Di conseguenza si sono definite per l'asse principale tipo "B" del collegamento "Masserano-Ghemme" le classi minime di seguito riportate:

- "H2" bordo laterale
- "H3" bordo ponte
- "H3" spartitraffico

Saranno previsti inoltre idonei tratti di transizione per garantire il pieno rispetto della lunghezza operativa dell'elemento come anche l'installazione di reti di protezione antilancio (ove richieste).

Resta inteso che sull'asse principale e sulle rampe, essendo tali elementi insistenti su viabilità in gestione ANAS, la fornitura delle barriere di sicurezza sarà esclusa dal presente appalto.

Tuttavia per quanto concerne la tratta di intervento a gestione autostradale, le stesse classi minime identificate corrispondono con quelle richieste per l'autostrada A26, sulla base dei dati di traffico sulla tratta, ma diversamente da quanto sopra si utilizzeranno barriere di tipo commerciale; la stessa tipologia sarà estesa nelle rotatorie di svincolo e nelle viabilità secondarie e interferite. In merito a queste ultime viabilità saranno previste barriere H1 Bordo laterale ed H2 Bordo opera (entrambe di tipo commerciale).

4.7 Pavimentazione stradale

Per la verifica di dimensionamento della pavimentazione si è utilizzato un metodo di calcolo razionale, basato sulla valutazione del comportamento tenso-deformativo della pavimentazione sotto gli effetti dei carichi di traffico in riferimento alla procedura "AASHTO INTERIM GUIDE". Dalle risultanze della stessa, la pavimentazione stradale dell'asse principale "Pedemontana" risulta di 60 cm e così composta:

- 4 cm strato di usura drenante e fonoassorbente (con bitume modificato);
- 6 cm strato di collegamento (binder) con bitume modificato "hard";
- 12 cm strato di base in conglomerato bituminoso con bitume modificato "hard";
- 18 cm strato di "sottobase" in misto cementato;
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare stabilizzato.

Per quanto riguarda il pacchetto di pavimentazione delle rampe di svincolo, esso avrà uno spessore totale di 42 cm e sarà così composto:

- 4 cm strato di usura drenante e fonoassorbente (con bitume modificato);
- 6 cm strato di collegamento (binder) con bitume modificato "hard";
- 12 cm strato di base in conglomerato bituminoso con bitume modificato "hard";
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare stabilizzato.

Resta inteso che per i tratti in viadotto, la pavimentazione sarà composta dal solo strato di usura drenante e fonoassorbente di 4 cm e da 6 cm di binder, poggiati direttamente sulla soletta mediante interposizione di uno strato di impermeabilizzazione (mano d'attacco).

Per quanto concerne l'adeguamento dell'infrastruttura autostradale A26 è stato inserito un pacchetto di pavimentazione compatibile con i più recenti standard autostradali, che prevedono uno spessore totale del pacchetto di 70 cm, così composto:

- 4 cm strato di usura drenante e fonoassorbente (con bitume modificato);
- 5 cm strato di collegamento (binder) con bitume modificato "hard";
- 16 cm strato di base in conglomerato bituminoso con bitume modificato "hard";
- 25 cm strato di fondazione legata in misto cementato;
- 20 cm strato di fondazione non legata in misto granulare stabilizzato.

4.8 Svincoli e intersezioni

Lungo l'intero tracciato è prevista la realizzazione dei seguenti svincoli:

- svincolo di Masserano (prog. km 25+800)
- svincolo di Roasio (prog. km 31+300)
- svincolo di Gattinara (prog. km 38+000)

- svincolo di Ghemme / interconnessione con autostrada A26 (prog. km 40+300).

Sono inoltre previste n.2 rotatorie di progetto, in corrispondenza di inizio e fine intervento per la connessione tra la variante e l'attuale SS 21. La rotatoria di inizio intervento, rotatoria Ovest, ha un diametro esterno pari a 40,00 m mentre la rotatoria di fine intervento, rotatoria Est, ha un diametro esterno pari a 50,00 m. Esse sono costituite dai seguenti elementi:

- corsia circolante di 6,00 m;
- banchina interna da 0,50 m e 1,50m rispettivamente per rotatoria Est e Ovest;
- banchina esterna da 1,00 m;
- in rilevato, arginello di larghezza 1,75 m.

4.9 Geologia e geotecnica

4.9.1 Schema geologico

Il tracciato autostradale in progetto si sviluppa nella zona occidentale della Pianura Padana, in corrispondenza dell'Alta Pianura Piemontese, interessando il settore centro-occidentale della pianura vercellese e quello del Biellese meridionale.

Dal punto di vista geologico i terreni attraversati appartengono unicamente ad una serie relativamente monotona di depositi alluvionali di pianura. Comprendono i terreni della pianura aperta e dei fondovalle alluvionali alla base dei rilievi collinari.

L'alta pianura aperta è organizzata in un sistema di ampi ed estesi terrazzi morfologici, disposti su quote diverse tra loro e in rapporto di parziale sovrapposizione.

Il substrato di tali depositi è rappresentato dai sedimenti di transizione di età alto pliocenica - villafranchiana. Si tratta di un complesso di sedimenti di transizione da ambiente marino a continentale costituiti da alternanze di livelli ghiaioso-sabbiosi e livelli più fini da argilloso-limosi a sabbioso-argillosi. Tali depositi non affiorano nell'area interessata dal tracciato stradale e sono a loro volta sovrastanti i sedimenti marini, sabbiosi argillosi, di età pliocenica che costituiscono il tetto della sequenza terziaria.

L'area interessata dal progetto stradale insiste sui depositi fluviali e fluvioglaciali del quaternario, sia di età pleistocenica, che di età olocenica (alluvioni antiche, recenti ed attuali dei principali corsi d'acqua). Tali depositi formano una sequenza detritica potente diverse decine di metri (verosimilmente fra i 40 e 60 m). Le facies litologiche dominanti che li costituiscono sono:

- ghiaie ciottolose inglobate in matrice sabbioso - limoso - argillosa;
- sabbie limose argillose e limi sabbiosi argillosi.

A livello sedimentologico tali litotipi sono organizzati in corpi per lo più a geometria lenticolare, in rapporto di parziale eteropia di facies. Si registra quindi una ricorrente variazione di granulometria sia in senso verticale che laterale.

La profondità della superficie piezometrica rispetto al piano campagna varia notevolmente da zona a zona. In particolare, è relativamente superficiale (da 1 a 5 m da p.c.) in corrispondenza dei depositi alluvionali antichi e di quelli recenti prossimi all'alveo attivo dei corsi d'acqua, mentre si approfondisce nelle zone dei terrazzi fluvioglaciali più elevati, superando anche i 20 m dal p.c. in corrispondenza dei pianalti terrazzati mindeliani.

4.9.2 Aspetti geotecnici generali

Lo sviluppo del tracciato stradale in progetto prevede le seguenti opere d'arte:

- il rilevato stradale di 13 km circa, con altezze fino a 9 m, trattato nell'elaborato "Relazione Geotecnica e di Calcolo del Rilevato Stradale";
- i cavalcavia (in numero di 6), di cui il CV06 include due muri andatori e due paratie provvisionali;
- i viadotti (in numero di 6), di cui il VI03, VI04 e VI06 comprendono opere provvisionali a sostegno degli scavi per la presenza di falda a piano campagna e per l'ubicazione di opere in alveo fluviale;
- un muro di sostegno di sottoscarpa, sull'asta IN01.

Ai fini della definizione della stratigrafia di progetto per ciascun'opera d'arte, al fine di mantenere alta la rappresentatività delle prove utilizzate, si considerano i sondaggi effettuati in corrispondenza di ciascuna opera, così come riportato in Tabella 1 ed Tabella 2, la cui interpretazione è rappresentata nelle stratigrafie di calcolo descritte in Tabella 3.

CODICE	PK	OPERA	Sondaggi di Riferimento	Stratigrafia di calcolo
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
CV01	25+600	Cavalcavia SP Rolino - Buronzo	S1DH	1
CV02	26+675	Cavalcavia SP Rolino - Rovasenda	S2DH; S3PZ	2
OM01		Muro di Sottoscarpa su IN01 (SP317)		
VI01	28+500	Ponte Torrente Guarabione	S4DH; S5PZ; S6DH	3
CV03	28+700	Cavalcavia SP Masserano - Rovasenda		
VI02	30+475	Ponte San Giorgio	S7PZ; S8DH; S9/2010	4
CV04	31+400	Cavalcavia SP Roasio - Rovasenda	S7PZ; S8DH;	5
VI03	38+800	Ponte Rovasenda	S7PZ; S8DH; S9DH	6
VI04	32+250	Ponte Torbola L = 20 m	S9DH; S11DH	7
VI05	34+400	Ponte Marchiazza L = 82 m	S12DH	8
CV05	37+950	Cavalcavia SP 594 - Sv Gattinara	S17DH; S18PZ	9
VI06	39+175	Viadotto Sesia SP1 - Pile P1-P3	S19DH; SS3 - SS4	10
VI06	39+995	Viadotto Sesia SP2 - Pile P3-P8	S21; S22; SS1-SS2;	11
CV06	-	Cavalcavia Svincolo di Ghemme	S23DH; S24DH; S25DH;	12

Tabella 1: sondaggi di riferimento per ciascuna opera d'arte

Distanza Progressiva della sezione significativa	Solido Stradale	Sondaggio di riferimento	Stratigrafia di calcolo
(km)	(-)	(-)	(-)
25+575	Trincea	S1DH	1
28+450	Rilevato	S4DH	2
29+600	Rilevato	S9/2010	4
32+275	Rilevato	S10pz	7
36+975	Rilevato	S16DH; S13/2010	13
38+850	Rilevato	15/2009	10

Tabella 2: sezioni di studio di rilevato e trincea per le analisi di stabilità e stima dei cedimenti

Stratigrafia di Calcolo	Sondaggi di Riferimento	Colore	Quota_sommitale (da p.c.)	Quota_basale (da p.c.)	Unità Geotecnica
(-)	(-)	(-)	(m)	(m)	(-)
1	S1DH		0	5,0	Ug1
			5,0	35,0	Ug3
2	S2DH; S3PZ		0,0	1,4	Ug1
			1,4	11,0	Ug2
			11,0	30,0	Ug3
3	S4DH; S5PZ; S6DH		30,0	35,0	Ug2
			0,0	3,5	Ug1
			3,5	12,5	Ug2
4	S7PZ; S8DH; S9/2010		12,5	28,0	Ug3
			28,0	35,0	Ug2
			0,0	4,5	Ug1
5	S7PZ; S8DH;		4,5	12,0	Ug2
			12,0	40,0	Ug3
			0,0	4,5	Ug1
6	S7PZ; S8DH; S9DH		4,5	12,0	Ug2
			12	40,0	Ug3
			0,0	4,5	Ug1
7	S9DH; S11DH		4,5	12,0	Ug2
			12	40,0	Ug3
			0	2,7	Ug1
8	S12DH		2,7	10,3	Ug2
			10,3	40	Ug3
			0,0	3,3	Ug1
			3,3	4,5	Ug3
			4,5	11,7	Ug2
			11,7	31	Ug3
			31,0	40	Ug2

Stratigrafia di Calcolo	Sondaggi di Riferimento	Colore	Quota_sommitale (da p.c.)	Quota_basale (da p.c.)	Unità Geotecnica
(-)	(-)	(-)	(m)	(m)	(-)
9	S17DH; S18PZ		0,0	12,5	Ug3
			12,5	40,0	Ug4
10	S19DH; SS3 - SS4		0	12	Ug5
			12	18	Ug6
			18	60	Ug7
11	S21; S22; SS1-SS2;		0	10	Ug5
			10	26	Ug6
			26	60	Ug7
12	S23DH; S24DH; S25DH;		0	1,5	Ug1
			1,5	40	Ug7
13	S16DH; S13/2010		0	3	Ug1
			3	40	Ug2

Tabella 3: definizione delle stratigrafie di calcolo in unità geotecniche fondamentali

Come si può osservare, l'interpretazione dei sondaggi può essere condensata distinguendo 7 Unità Geotecniche fondamentali la cui identificazione e caratterizzazione viene di seguito definita.

La caratterizzazione geotecnica eseguita ha preso forma basandosi sull'elaborazione e l'interpretazione dei dati delle campagne geognostiche, in particolare di quella ANAS 2017. Le prove in situ, oltre prove Down-Hole essenzialmente utilizzate per la classificazione sismica del territorio, sono costituite da prove penetrometriche statiche. Da queste, attraverso correlazioni ben documentate in letteratura, sono stati ricavati i parametri di deformabilità:

— Jamiolkowski et al. (1988): $E' = N_{SPT} \cdot [10,5 - (3,5 \cdot D_R)]$

— Denver (1982): $E' = S_1 \cdot N_{SPT} + S_2$ dove S_1 e S_2 sono costanti che assumono valori in funzione della granulometria e della litologia;

— Bowles, (1991): $E' = 600 \cdot (N'_{ss} + 6) + 2000$;

e resistenza al taglio:

— Schmertmann (1977): $\phi' = 28 + 0,14 D_r$ dove la densità relativa è stata determinata sempre tramite prove SPT;

— Japan Road Association: $\phi' = \sqrt{15 N_{SPT}} + 15$;

— Peck: $\phi' = 0,3 N_{SPT} + 20$.

A titolo di esempio, si riporta in *Figura 1* e *Figura 2* l'andamento con la profondità dei parametri stimati per il litotipo Ug3.

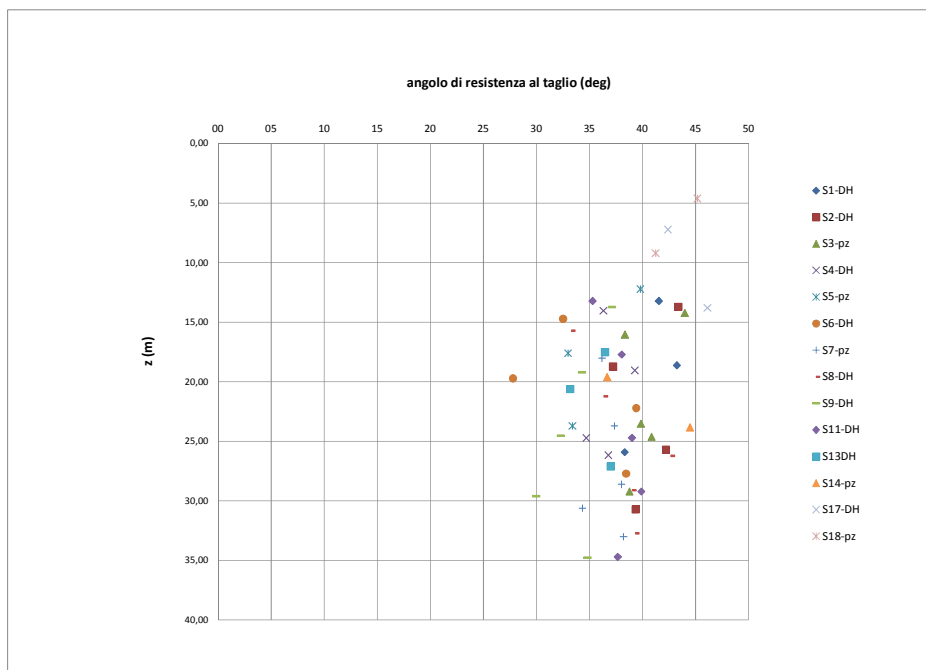


Figura 1: variazione dell'angolo di resistenza al taglio da prove SPT per il litotipo Ug3.

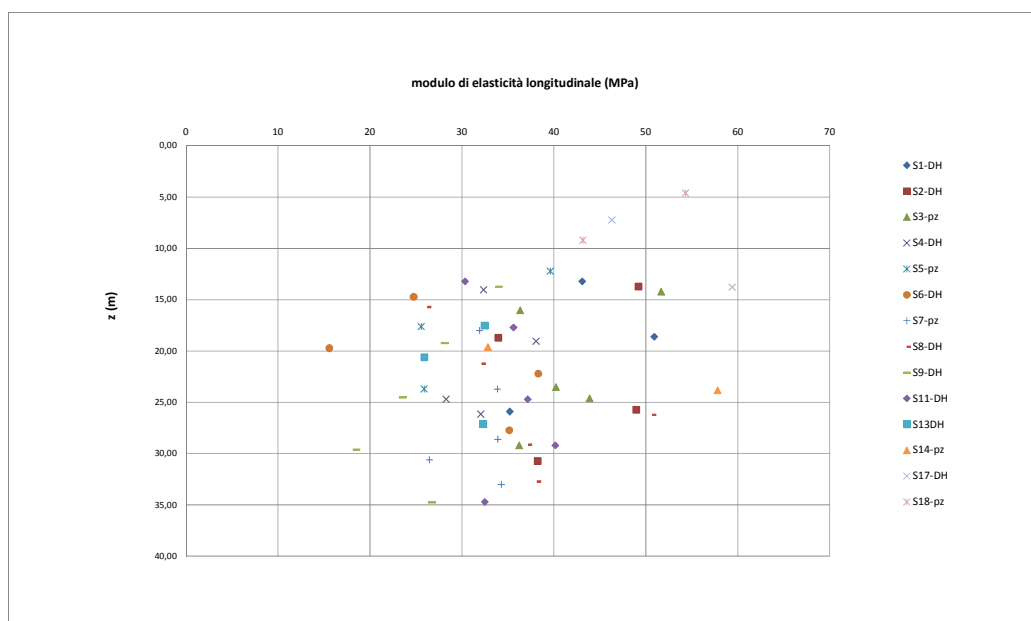


Figura 2: variazione del Modulo E' da prove SPT per il litotipo Ug3.

La caratterizzazione da prove di laboratorio ha visto l'elaborazione di dati da prove triassiali, prove di taglio diretto, prove edometriche, oltre che delle prove di classificazione e determinazione delle proprietà indice: a titolo di esempio, si riportano in Figura 3 ed in Figura 4 i dati sulla Carta di Plasticità di Casagrande relativi al litotipo Ug4.

La classificazione geotecnica assunta, che prevede l'omogeneizzazione dei terreni in 7 Unità Geotecniche fondamentali, è forzatamente una semplificazione dell'assetto litostratigrafico

presente nell'area in esame, viste le numerose intercalazioni reciproche delle diverse facies. Pertanto all'interno dell'unità geotecnica n. 7, ad esempio (Figura 5), è possibile la presenza di orizzonti sabbiosi e/o limoso-sabbiosi. Le unità geotecniche vanno pertanto intese come unità le cui caratteristiche geotecniche sono definite prevalentemente dalla facies dominante; variazioni di granulometria estese arealmente in modo più o meno significativo, e quindi di caratteristiche geotecniche vanno comunque prese in considerazione. In tale figura, infatti, è riportata la variazione con la profondità dell'angolo di resistenza al taglio, misurate sia in prove di laboratorio (taglio diretto consolidate drenate, DS-CD e prove triassiali consolidate drenate, Tx-CID, e consolidate non drenate TX-CIU), sia dall'elaborazione dei risultati delle prove SPT con le correlazioni di Schmertmann, Japan Road Association e Peck (da cui si elabora come già espresso un unico valore, rappresentativo per ogni prova), per il litotipo Ug7.

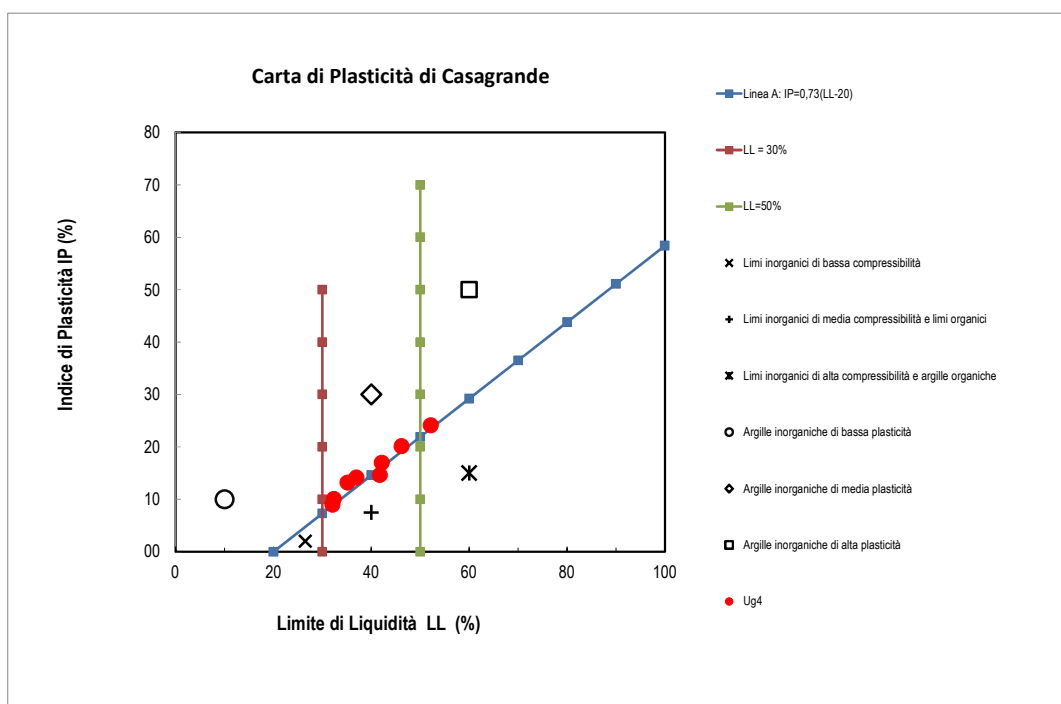


Figura 3: Carta di Plasticità di Casagrande per il litotipo Ug4.

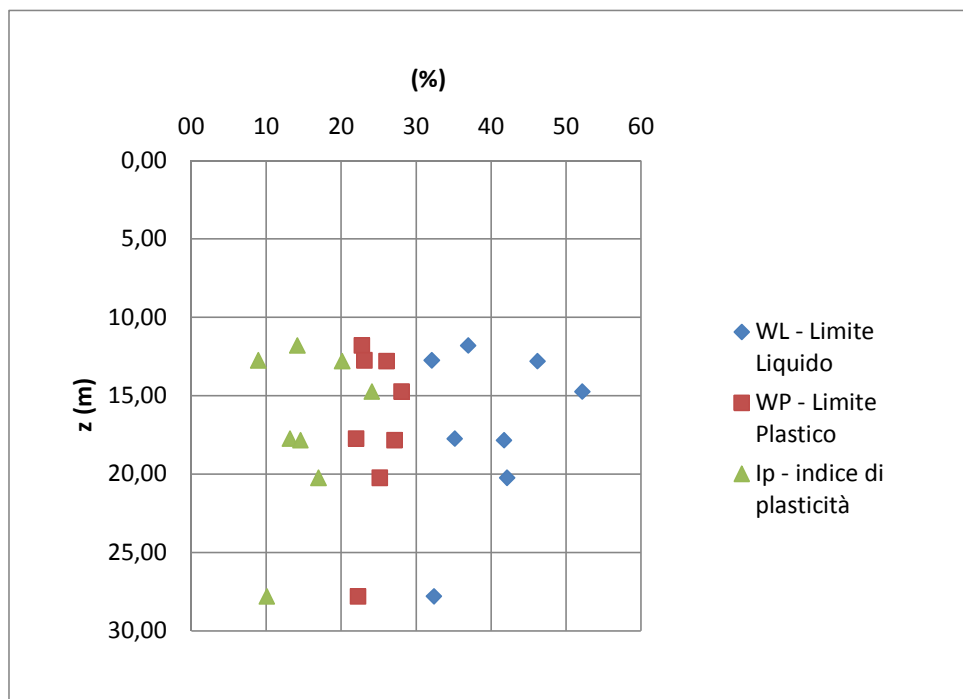


Figura 4: Variazione con la profondità dei Limiti di Atterberg e dell'Indice di Plasticità per il litotipo Ug4

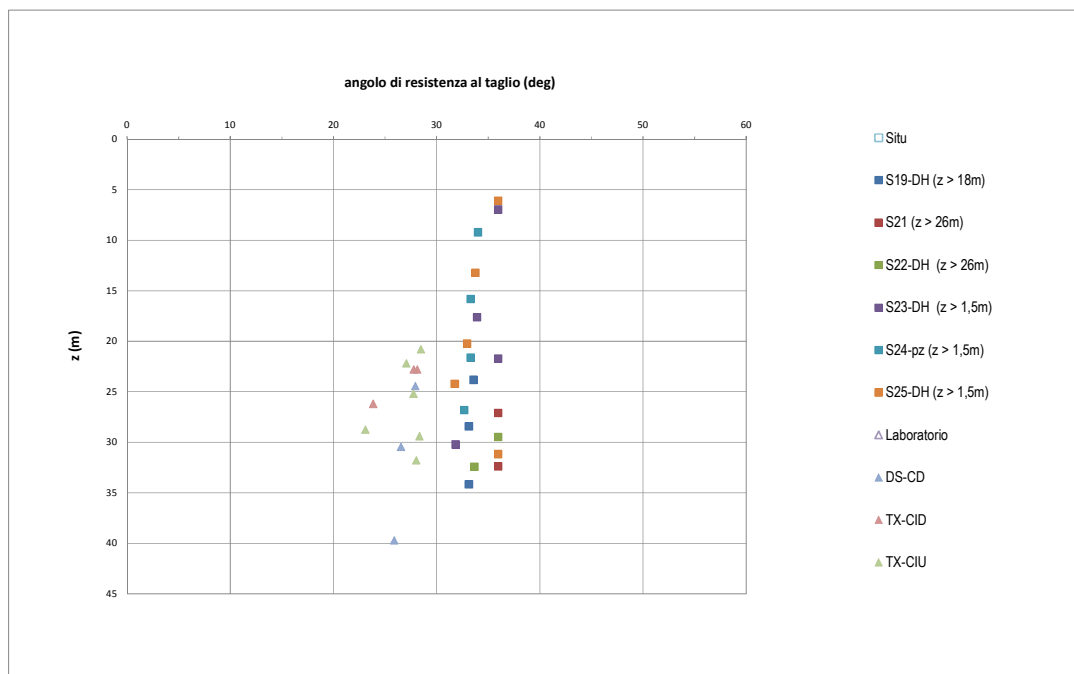


Figura 5: Variazione con la profondità dell'Angolo di Resistenza al taglio per il litotipo Ug7 da prove di laboratorio e da prove in situ (Prove da Sondaggi da S19 a S25, alle quote interessate dal litotipo in essere).

E' evidente che la risposta sperimentale di questa unità geotecnica, miscelata in modo pressochè eguale tra terreni a grana fine ed a grana grossa, pertanto priva di una facies

dominante, è di tipo coesivo in laboratorio (prove DS e TX), mentre è di tipo non coesivo in situ (prove SPT).

Con riferimento alle prove edometriche, l'insieme delle prove svolte nella campagna ANAS 2017, è riportato in Tabella 4 assieme con il livello di falda, ed il grado di sovraconsolidazione, il coefficiente di compressibilità C_c ed il coefficiente di consolidazione primaria C_v (Metodo di Taylor).

Litotipo	Quota Falda	campione	prof. media	σ'_v	$(\sigma'_p)_{min}$	$(\sigma'_p)_{max}$	OCR_{min}	OCR_{max}	C_c	C_v
(-)	(m)	(-)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(-)	(-)	(-)	(-)
Ug3	35,0	S1 DH CI1	4,25	85,00	107	277	1,25	3,26	0,1528	1,48E-05
Ug1	4,0	S8 DH CI1	3,80	76,00	225	555	2,97	7,30	0,1830	1,72E-05
Ug3	8,0	S5PZ CI1	2,25	45,00	284	785	6,32	17,45	0,1609	2,26E-05
Ug3	6,3	S6DH CI1	2,25	45,00	91	277	2,03	6,16	0,1468	2,96E-05
Ug3	5,7	S9DH CI1	2,20	44,00	202	555	4,59	12,61	0,1468	1,16E-05
Ug3	5,7	S9DH CI3	17,20	229,00	125	555	0,55	2,42	0,2184	1,16E-05
Ug3	7,0	S10PZ CI2	18,20	252,00	212	555	0,84	2,20	0,3596	2,90E-05
Ug1	13,7	S14PZ CI1	2,00	156,50	226	555	1,45	3,54	0,0595	2,09E-05
Ug1	12,0	S15PZ CI1	2,65	53,00	178	393	3,36	7,41	0,4008	1,24E-05
Ug3	12,0	S15PZ CI2	14,55	265,50	195	555	0,73	2,09	0,4174	1,24E-05
Ug3	12,0	S15PZ CI3	18,40	304,00	218	785	0,72	2,58	0,4174	1,24E-05
LSA	11,5	S16DH CI1	3,75	75,00	250	785	3,33	10,47	0,1624	2,33E-05
Ug6	3,1	S21 CI1	15,20	183,00	173	393	0,95	2,15	0,2075	1,72E-05
Ug6	3,1	S21 CI2	24,45	275,50	148	393	0,54	1,43	0,2178	1,72E-05
Ug3	5,4	S17 DH CI1	11,80	172,00	115	393	0,67	2,28	0,2282	1,71E-05

Tabella 4: elaborazione dati da prove edometriche (campagna ANAS 2017)

Come si osserva, a titolo di esempio, in Figura 6, le curve edometriche dei materiali in posto, spesso non presentano una zona di snervamento ben definita (per le singole curve di prova si rimanda agli elaborati contenenti i certificati delle prove di laboratorio). Pertanto, non essendo di agevole applicazione il metodo di Casagrande per la determinazione della pressione di preconsolidazione, è stato calcolato l'intervallo di variazione di quest'ultima (valori massimo e minimo), quindi il relativo intervallo di variazione del grado di sovraconsolidazione. Tali valori di OCR sono diagrammati per tutte le prove disponibili in Figura 7, dove si osserva che, eccetto il banco superficiale dell'Ug1, il tracciato stradale si snoda lungo un sito fondale caratterizzato dalla presenza di materiali, dotati di componente coesiva, normalconsolidati. Per l'Ug1, le cause di preconsolidazione potrebbero essere attribuite anche a fattori antropici, e gli elevati valori di OCR sono certamente favoriti dalle basse pressioni litostatiche di confinamento. Ad ogni buon fine, nei stime dei cedimenti, a vantaggio di sicurezza, è stato considerato sempre il grado di OCR minimo.

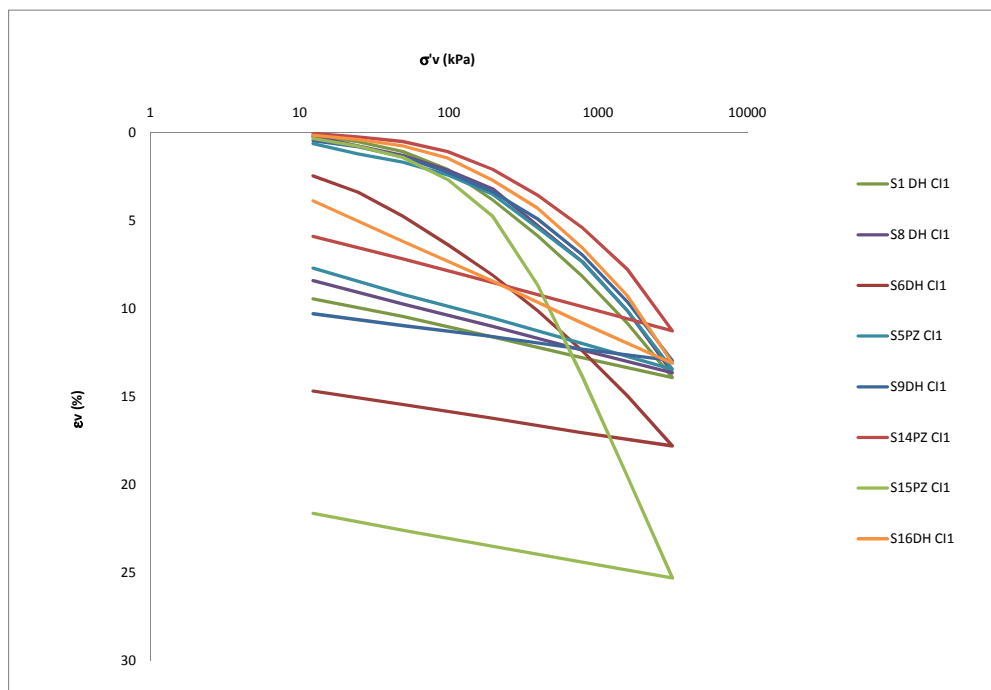


Figura 6: curve edometriche di provini prelevati a profondità inferiore a 5 m da p.c.

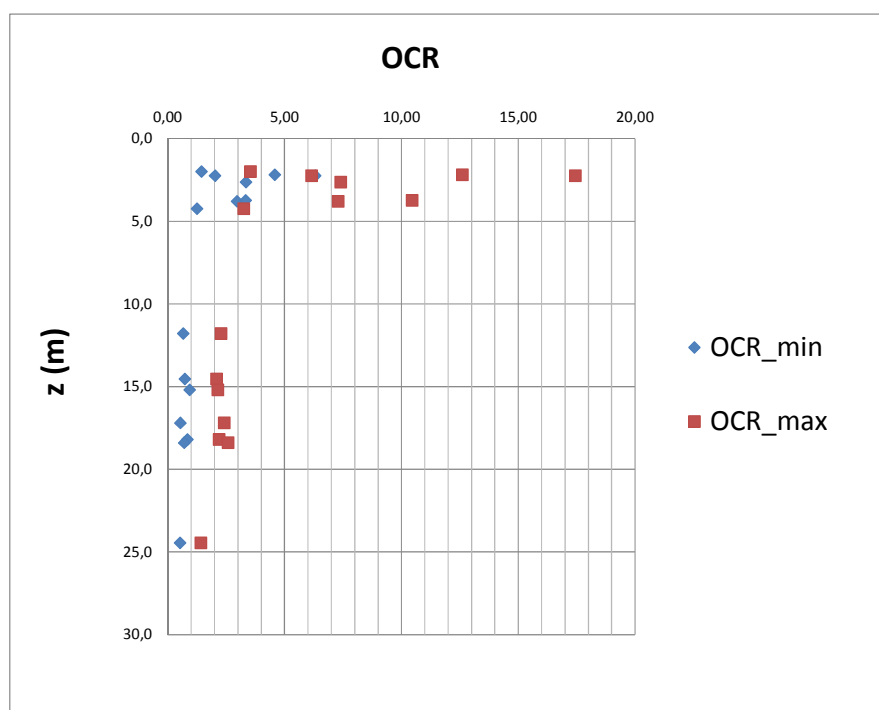


Figura 7: variazione con la profondità del grado di sovraconsolidazione per ogni prova edometrica della campagna ANAS 2017.

Le conoscenze acquisite sulla base dei risultati delle indagini eseguite nell'area oggetto di studio hanno consentito di delineare un quadro soddisfacente della stratigrafia e delle

caratteristiche geotecniche dei litotipi individuati, da cui sono stati ricavati i parametri fisici e meccanici del modello di sottosuolo in campo statico. Al termine del presente paragrafo sono sintetizzate le caratteristiche meccaniche principali dei diversi litotipi che interagiscono con le opere in progetto.

I materiali dei terreni di riporto, concentrati in spessori modesti, a tratti discontinui e saltuari lungo il tracciato, nei casi significativi eliminati dalla bonifica, non hanno interazione diretta con le opere medesime e, pertanto, non sono presi in conto nella presente caratterizzazione.

L'omogeneità dei risultati riscontrata nelle indagini sperimentali eseguite, conferma le indicazioni del modello geologico contribuendo a definire la litologia adottata in fase di calcolo, che può essere condensata distinguendo 7 Unità Geotecniche fondamentali la cui identificazione e caratterizzazione viene di seguito definita in TTTabella 5 alla luce delle elaborazioni ed interpretazioni documentate nei paragrafi precedenti.

Sigla	Classifica Granulometrica	Colore	γ	γ_s	c'	ϕ'	E'
(-)	(-)	(-)	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(kPa)	(deg)	(MPa)
Ug1	limo con sabbia, argilloso, debolmente ghiaioso		19,50	20,00	5,00	26,00	20
Ug2	sabbia con ghiaia, debolmente limosa, debolmente argillosa		19,50	20,00	0,00	36,00	30
Ug3	sabbia con limo, debolmente argillosa, debolmente ghiaiosa		19,00	20,00	0,00	29,00	30
Ug4	sabbia con limo, argillosa, debolmente ghiaiosa		19,00	19,50	5,00	27,00	40
Ug5	ghiaia e ciottoli		19,00	19,00	0,00	37,00	55
Ug6	limo con sabbia, argilloso, debolmente ghiaioso		18,50	19,00	18,00	26,00	30
Ug7	sabbia, con limo, argillosa, debolmente ghiaiosa		18,50	19,00	5,00	33,00	40

TT

Tabella 5: unità geotecniche di riferimento e relativi parametri caratteristici

Quanto appena espresso trova maggior dettaglio nella relazione geotecnica generale, gli aspetti inerenti la classificazione sismica del territorio, invece, basati sull'interpretazione di prove Down-Hole e Prove Tomografiche, trovano espressione negli elaborati di Relazione Sismica e Planimetria di Classificazione Sismica del Territorio. Secondo la metodologia prevista, in relazione ai valori del parametro di riferimento $V_{s,30}$, la classificazione sismica del territorio lungo il tracciato è riportata in Tabella 6 e Tabella 7.

ID PROVA	UBICAZIONE	$V_{s,30}$ [m/s]	CATEGORIA
S1 DH	Svincolo di Masserano	351	C
S2 DH	Cavalcavia 1 (Strada Provinciale 317, Masserano – BI)	342	S2
S4 DH	Ponte 1 Spalla Cavalcavia (area coop. La Barraggia)	351	C

ID PROVA	UBICAZIONE	Vs,30 [m/s]	CATEGORIA
S6 DH	Cavalc.2 Spalla Cavalcavia (area coop. La Barraggia SP318)	501	B
S8 DH	Cavalc.3 (Strada provinciale 64, Rosaio – VC)	390	B
S9 DH	Ponte 2 spalla ponte (Via Cascina Biellese, Rosaio – VC)	382	S2
S11 DH	Ponte 3 spalla ponte (Via Cascina Biellese, Rosaio – VC)	436	S2
S12 DH	Ponte 4 spalla ponte (Via Montovì, Gattinara – VC)	350	S2
S13 DH	Cavalcavia 4 (Strada Provinciale 3, Gattinara – VC)	349	C
S16 DH	Ponte 5 spalla ponte (Gattinara – VC)	611	B
S17 DH	Svincolo di Gattinara	556	B
S19 DH	Viadotto fiume Sesia	580	B
S22 DH	Viadotto fiume Sesia	558	S2
S23 DH	Svincolo di Gattinara Viadotto	555	B
S25 DH	Svincolo di Gattinara Viadotto	579	B

Tabella 6: Riepilogo risultati prove e categorie di sottosuolo

Tratto di Tracciato	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
Da pk 2514,86 a pk 26375,00	B
Da pk 26375,00 a pk 27500,00	S2
Da pk 27500,00 a pk 29000,00	C
Da pk 29000,00 a pk 31650,00	B
Da pk 31650,00 a pk 35350,00	S2
Da pk 35350,00 a pk 36225,00	C
Da pk 36225,00 a pk 39075,00	B
Da pk 39075,00 a pk 40089,25	S2

Tabella 7: Categorie di sottosuolo lungo il tracciato

La classificazione con categoria S2 è ascrivibile ad alcune prove in cui l'andamento della velocità delle onde S con la profondità non è sempre crescente; a titolo di esempio si riporta in *Figura 8* e *Figura 9*, l'andamento di due di tali prove. Per tali zone è stata predisposta apposita analisi di risposta sismica locale e verifica della suscettibilità a liquefazione. Tale studio, oltre che giustificato dai dati sperimentali, è stato eseguito per ottemperare alle prescrizioni del “Parere del MIT contenente la Valutazione di Impatto Ambientale del Progetto Preliminare n. 848 del 16.12.2011” che al punto 32 recita:

“Le opere d'arte dovranno essere progettate con i criteri ed i parametri di calcolo antisismici caratteristici per la zona 4, così come indicato nella D.G.R. n. 11-13058 del 19.01.2010 –

“Aggiornamento ed adeguamento delle zone sismiche (OPCM 3274/2003 e OPCM 3519/2006)”, tenendo conto dell’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale”

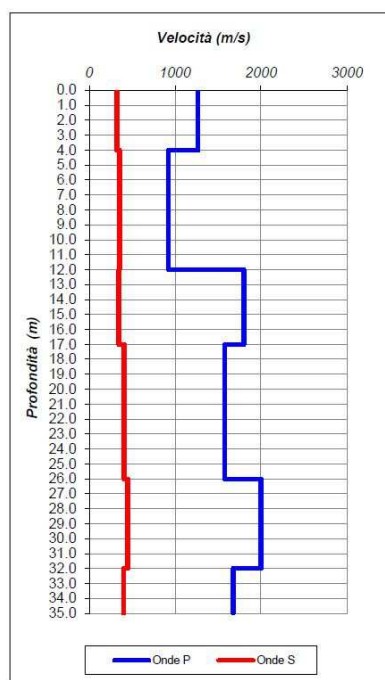


Figura 8 – Velocità onde S e P – S8_DH

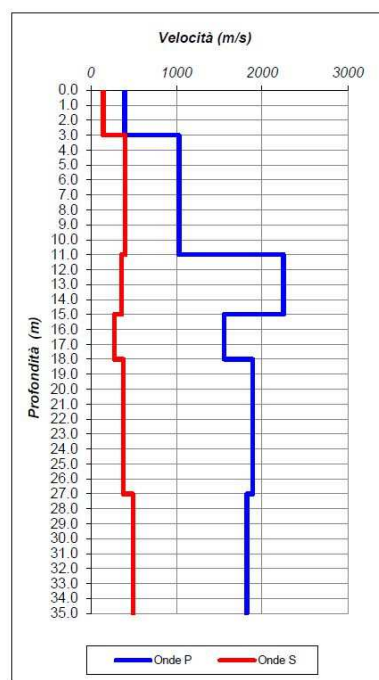


Figura 9 – Velocità onde S e P – S9_DH

L’analisi RSL è stata eseguita attraverso modellazione numerica monodimensionale, a partire da una selezione di 7 accelerogrammi spettrocompatibili, mediante il codice REXEL (Iervolino I., Galasso C. e Cosenza E.: “REXEL: computer aided record selection for code-based seismic structural analysis (Earthquake Engineering Bulletin 2010 8:339-362). L’analisi numerica monodimensionale è stata invece eseguita per mezzo del codice STRATA (Prof. Ellen Rathje, The Texas University at Austin - Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) dell’Università di Berkeley, California). Si riporta in *Figura 10* lo spettro esito dell’analisi RSL per il Viadotto Sesia.

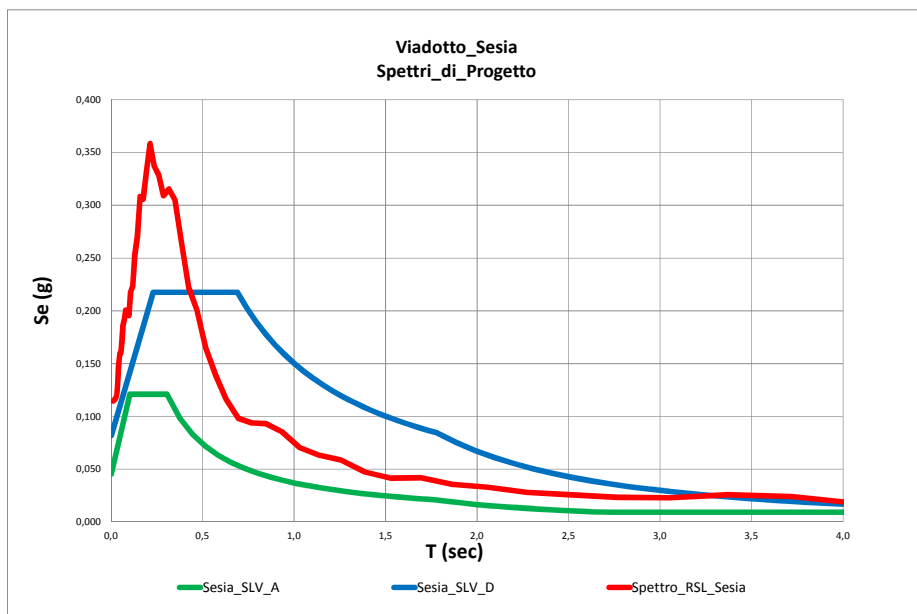
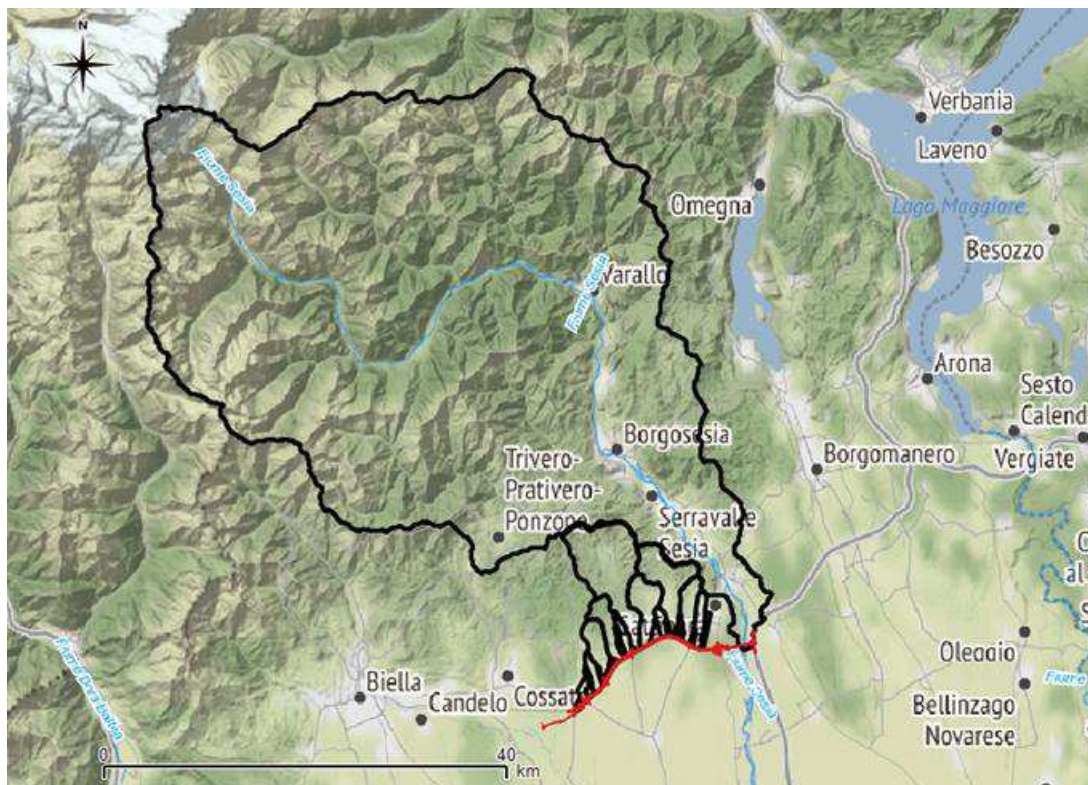


Figura 10: Confronto tra gli spettri di norma e lo spettro da analisi probabilistica di RSL per Zona S2 Viadotto Sesia

4.10 Idrologia e idraulica

4.10.1 Idrologia

Sulla base della morfologia del territorio sono stati delimitati e caratterizzati i bacini imbriferi, identificando i maggiori corpi d'acqua interferenti con l'infrastruttura di progetto.



Corografia dei bacini interferenti col tracciato stradale

Il maggior corso d'acqua interferito è rappresentato dal Fiume Sesia, che in corrispondenza della sezione di chiusura del viadotto omonimo ha un bacino imbrifero di poco inferiore ai 1000 km². Gli altri corsi d'acqua di interesse (n. 6) drenano da bacini imbriferi di area compresa tra 4 e 24 km².

La valutazione delle portate per il tempo di ritorno di assegnato è stata eseguita secondo la metodologia prescritta dalla *"Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"*, emanata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi dell'art.10 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, e della Deliberazione 11 maggio 1999 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po *"Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B"* (Deliberazione n.2/99) e degli altri riferimenti normativi in essa citati.

In particolare per il fiume Sesia sono disponibili serie idrometriche storiche, che permettono la stima della portata tramite inferenza statistica. Si è fatto riferimento ai risultati riportati negli studi

- *"Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Sesia"*, Autorità di bacino del Fiume Po;
- *"Piano di Gestione del Rischio da alluvione"*, Autorità di Bacino del Fiume Po.

Le portate di massima piena relative agli altri corsi d'acqua interferenti sono state determinate mediante metodi indiretti. I parametri delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) per la stima dell'afflusso meteorico sono stati desunti dall'*"Atlante delle piogge intense per la Regione Piemonte"* a cura di ARPA Piemonte. L'atlante consiste in un grigliato a maglie quadrate le cui celle (di lato 250 m) riportano le stime della precipitazione sul territorio piemontese per diversi tempi di ritorno, interpolate a partire dai dati dei pluviometri secondo il metodo del *kriging* ordinario. Mediando i parametri del grigliato sull'area dei bacini, si sono ottenute le curve di possibilità pluviometrica a scala di bacino utilizzate per le successive elaborazioni. Le CPP sono ricavate in base ai dati disponibili delle stazioni storiche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale dal 1913 al 2002 e delle stazioni della rete regionale realizzata a partire dal 1987 con dati aggiornati al 2017.

Il deflusso è stato stimato secondo la metodologia del SCS-CN, facendo riferimento, per la determinazione delle caratteristiche dei suoli alle mappe:

- mappa di uso del suolo Corine Land Cover 2012 (Sinanet);
- carta Litologica del Piemonte (Arpa Piemonte).

Per i cavi irrigui regolati, le portate massime defluenti sono state fornite dal Consorzio di Bonifica della Baraggia.

Si riportano in tabella le stime di portata con tempo di ritorno duecentennale per i corsi d'acqua principali:

Denominazione	Area bacino (km ²)	Portata T= 200 (m ³ /s)
Fiume Sesia	985	4450
Rio Guarabione	4.61	117
Torrente Marchiazza	11.54	146
Torrente Rovasenda	24.03	154
Torrente Torbola	6.86	127
Riale San Giorgio	4.64	121
Rio Colompasso	4.42	123

Portate di progetto per i corsi d'acqua principali

Per i corsi d'acqua di cui alla Tabella si è inoltre valutata la tendenza evolutiva dell'alveo inciso, definendo il grado di stabilità dell'alveo in rapporto a possibili fenomeni di divagazione trasversale e di innalzamento o abbassamento del fondo alveo.

4.10.2 Idraulica degli attraversamenti

Sui corsi d'acqua principali e secondari con attraversamento in viadotto, ovvero il Fiume Sesia, il Rio Guarabione, il Riale San Giorgio, il Torrente Rovasenda, il Torrente Torbola, il Torrente Marchiazza e la Roggia Colompasso, sono state condotte le analisi in moto permanente monodimensionale con l'ausilio del software HEC-RAS River Analysis System, in riferimento alla piena con tempo di ritorno duecentennale. Gli effetti conseguenti alla realizzazione delle opere sui corsi d'acqua principali sono stati indagati mediante simulazioni monodimensionali ante e post operam. Le variazioni riscontrate in termini di livello idrico e dell'area allagabile sono apparse del tutto trascurabili.

Il progetto dei ponti è stato corredato da studi di compatibilità idraulica secondo quanto prescritto dalle *NTC 2018* (par. 5.1.1.2) e la *Direttiva di Piano 3 del Piano di assetto idrogeologico* (PAI) dell'AdBPO relativamente alla piena di progetto con tempo di ritorno T=200 anni. La sintesi dei risultati delle valutazioni è riportata in tabella.

Per tutti i viadotti la luce netta minima tra pile in alveo contigue risulta maggiore di 40 m.

Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è sempre superiore a quanto prescritto, overosia

- 1,50 m secondo *NTC 2018*;
- il maggiore tra 1,00 m e 0,50 volte l'altezza cinetica della corrente secondo il *PAI* dell'AdBPO (par. 3.2.1.2 Direttiva 3).

Dal confronto tra simulazioni ante e post operam risulta inoltre che l'effetto di rigurgito indotto dalla realizzazione delle nuove opere è compatibile con l'assetto difensivo presente e non comporta un aumento delle condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante. Le variazioni di livello a monte e valle degli attraversamenti (Delta M-V) risultano infatti trascurabili.

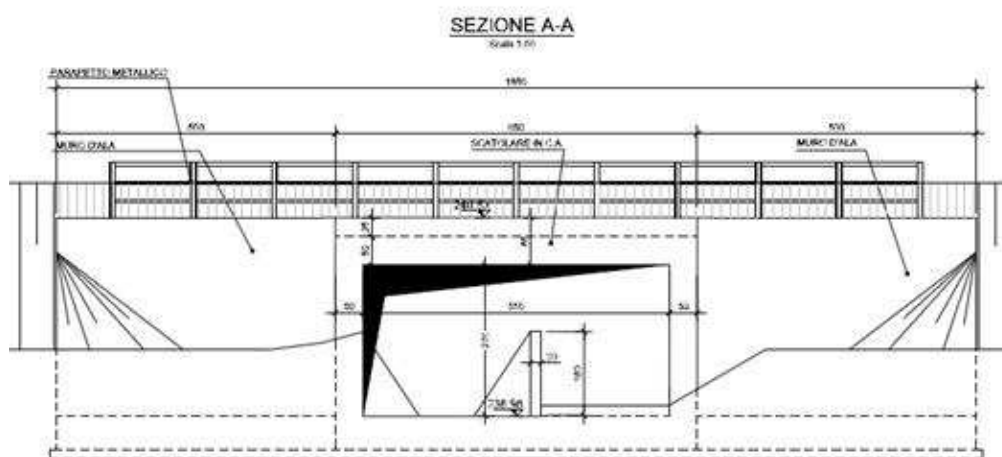
Cod.	Corso d'acqua	Luce viadotto (m)	Luce netta (m)	Franco Idraulico (m)	Delta M-V (m)
VI06	Sesia	60-100-100-100-100-100-100-100-60	57.8-97-97-97-97-97-97-97-57.8	1.94	+0.17 + 0.03
VI01	Guarabione	42.4	41	2.78	+0.27 + 0.28
VI02	San Giorgio	47.6	46.2	5.01	-0.57 +0.24
VI03	Rovasenda	30-46-36	27.8-43-27.8*	3.19	+0.00 +0.00
VI04	Torbola	42.4	41	6.54	-0.12 + 0.05
VI05	Marchiazza	50	48.1	2.93	+0.02 +0.00

Indice di vulnerabilità al sormonto per gli attraversamenti previsti

Ove prevista la realizzazione di un viadotto, la capacità erosiva delle corrente è stata valutata mediante l'applicazione di formule di letteratura, scegliendo infine la condizione più gravosa (di massimo scavo) per il dimensionamento delle fondazioni del viadotto stesso. Per la realizzazione del viadotto sul fiume Sesia è prevista inoltre la messa in opera di n. 2 opere di attraversamento provvisori in alveo.

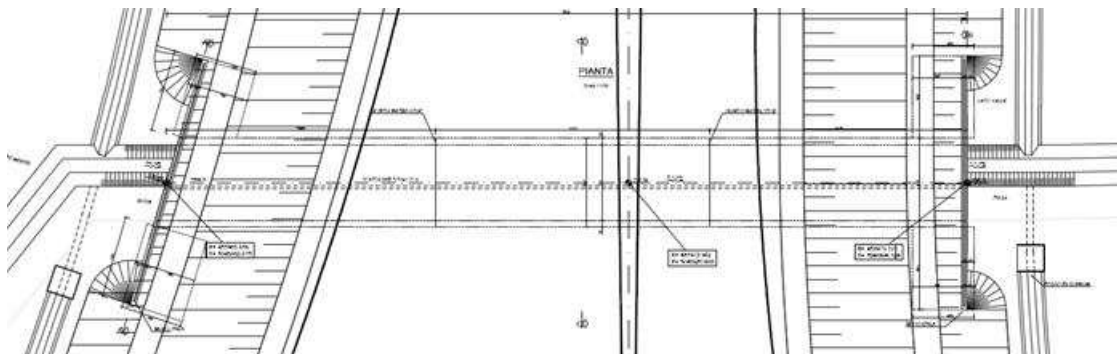
In alcuni casi (Rio Guarabione, San Giorgio, T. Torbola) dato il sub-parallelismo dell'asse del corso d'acqua rispetto all'asse stradale, è stato necessario prevedere tratti di deviazioni e riprofilature dell'alveo, con difese di sponda in massi, opportunamente dimensionati, al fine di approssimare l'attraversamento alla perpendicolarità e contenere le luci dei viadotti.

Le interferenze con la rete idrografica minore sono state risolte mediante tombini per i quali si è garantita l'assenza di effetti di rigurgiti, in riferimento alla portata di riferimento duecentennale, verificate con l'ausilio del software HY-8. Nei casi di sovrapposizione o attraversamenti molto obliqui tra il tracciato del corpo idrico e l'asse stradale, sono stati previsti tratti di deviazione con inalveazioni che ripropongono le stesse caratteristiche di sezione dei corso d'acqua originale.



Indice di vulnerabilità al sormonto per gli attraversamenti previsti

Negli attraversamenti irrigui principali, lo scatolare consente, oltre al deflusso della portata, anche l'accesso tramite camminamento laterale per le operazioni di manutenzione del canale sottopassante l'infrastruttura stradale.

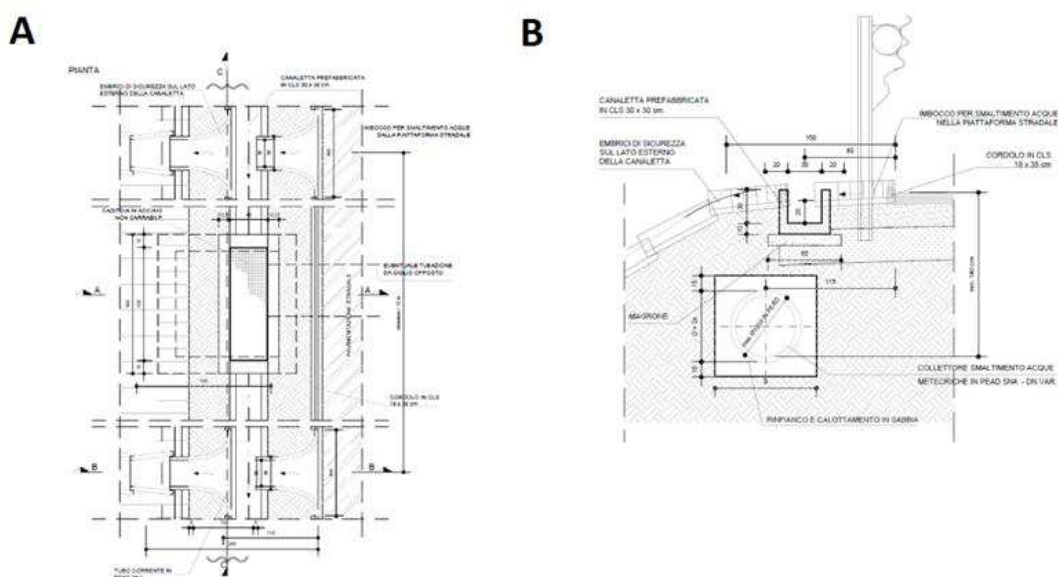


4.10.3 Idraulica di piattaforma

Prendendo come riferimento l'“*Atlante delle precipitazioni intense per la Regione Piemonte*” di cui sopra, si sono considerati i parametri della cella più gravosa sottesa al tracciato autostradale (cella ARPA comune Masserano lon 441.552, lat 5.044.262). L'altezza di precipitazione per durate sub-orarie è stata ottenuta a partire dalla durata oraria, sulla base di correlazioni da letteratura e singole serie registrate (come Milano Monviso).

- sistema di drenaggio controllato, di tipo chiuso, dalla progr. km 25+105 alla progr. km 39+000, corrispondente al tratto di futura competenza ANAS;
- sistema di drenaggio aperto, dalla progr. km39+000 allo svincolo di Ghemme, corrispondente al tratto di futura gestione autostradale (ASPI).

Il sistema di tipo chiuso prevede che la raccolta delle acque di piattaforma avvenga attraverso una canaletta a sezione rettangolare in c.a., disposta sull'arginello, al di là del cordolo bituminoso, interrotto ogni 15 m per consentire il drenaggio della piattaforma stradale. Tale sistema di raccolta trova recapito, in un collettore in PEAD, posato al di sotto della canaletta stessa.



Sistema di raccolta di tipo chiuso – Vista in pianta (A) – Vista in sezione (B)

Le acque raccolte attraverso i collettori in PEAD vengono convogliate verso le vasche di prima pioggia, che svolgono la doppia funzione di consentire la sedimentazione della acque meteoriche e di disoleazione nel caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti. Le vasche sono state dimensionate in riferimento alla Legge Regionale della Lombardia n° 62 del 27/05/1985.

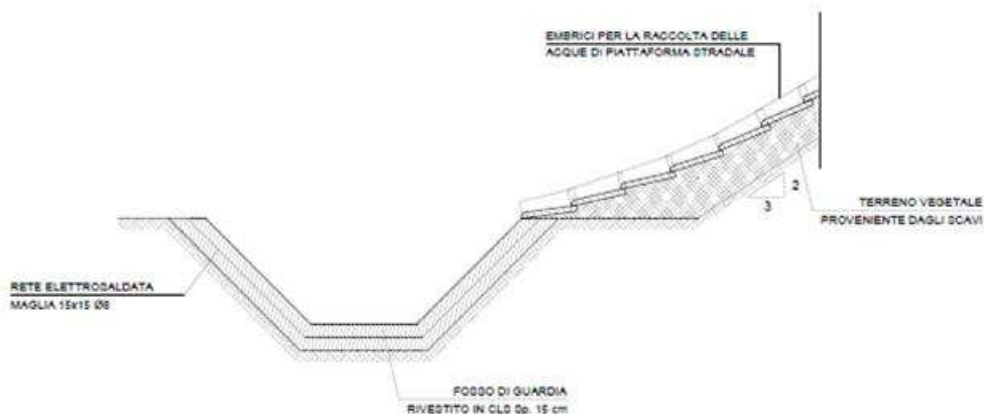
Le acque di prima pioggia così depurate vengono collettate ai più vicini recapiti costituiti dal reticolo di drenaggio superficiale esistente.

Sono previste 15 vasche di prima pioggia lungo il tracciato, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella che segue:

VASCA	Aeq	Qpp	Qscol	LsedPP teor	LsedPP	tipo vasca
	(m ²)	[m ³ /s]	[m ³ /s]	m	m	
V1	22788.56	0.970	0.843	11.60	12.00	1
V2	15567.50	0.663	0.576	7.93	12.00	1
V3	19636.21	0.836	0.727	10.00	12.00	1
V4	28025.00	1.193	1.037	14.27	18.00	2
V5	31108.00	1.324	1.151	15.84	18.00	2
V6	14651.00	0.624	0.542	7.46	12.00	1
V7	19095.00	0.813	0.707	9.72	12.00	1
V8	23388.00	0.996	0.866	11.91	12.00	1
V9	15428.00	0.657	0.571	7.85	12.00	1
V10	32601.60	1.388	1.207	16.60	18.00	2
V11	19811.40	0.843	0.733	10.09	12.00	1
V12	20887.60	0.889	0.773	10.63	12.00	1
V13	14300.00	0.609	0.529	7.28	12.00	1
V14	33655.00	1.433	1.246	17.13	18.00	2
V15	30989.25	1.319	1.147	15.78	18.00	2

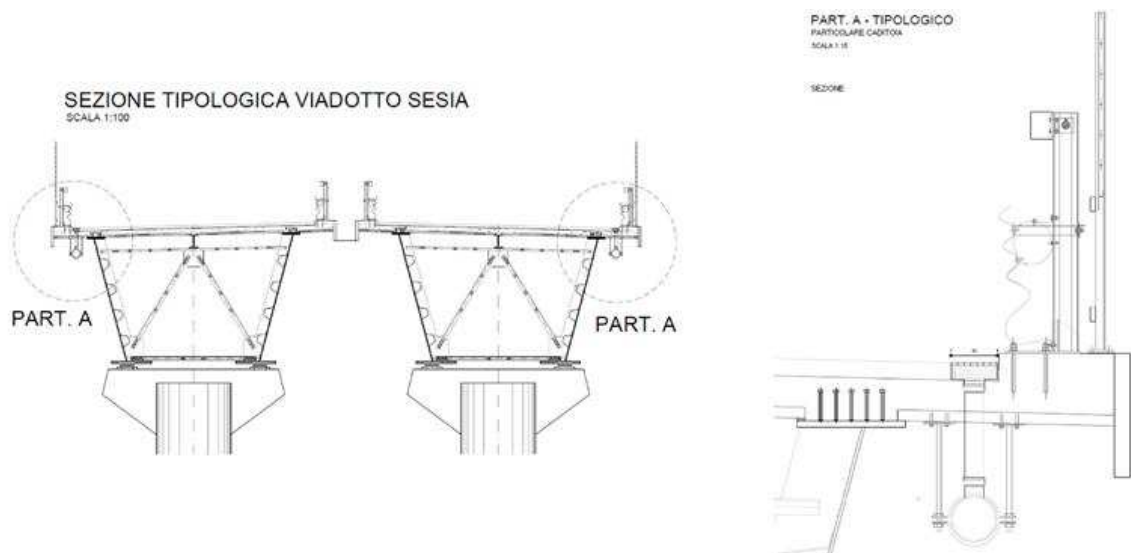
Caratteristiche e ubicazione delle Vasche di prima pioggia

Nei sistemi di tipo aperto, lo scarico dei deflussi meteorici avviene tramite embrici in fossi di guardia posti al piede del rilevato, mentre, per i tratti in trincea, le acque vengono raccolte in cunette alla francese con sottostante tubazione di collettamento in PEAD.



Sistema di raccolta di tipo chiuso – Vista in pianta (A) – Vista in sezione (B)

Nei tratti in viadotto o ponte lungo le banchine sono previste caditoie stradali, collegate a tubazioni di raccolta in acciaio ancorate all'impalcato. I drenaggi vengono adottati in corrispondenza delle spalle o della pile, dove sono disposte tubazioni discendenti per il recapito al colatore più prossimo.



Particolari per il sistema di drenaggio in viadotto

4.11 Opere d'arte

4.11.1 Opere d'arte maggiori

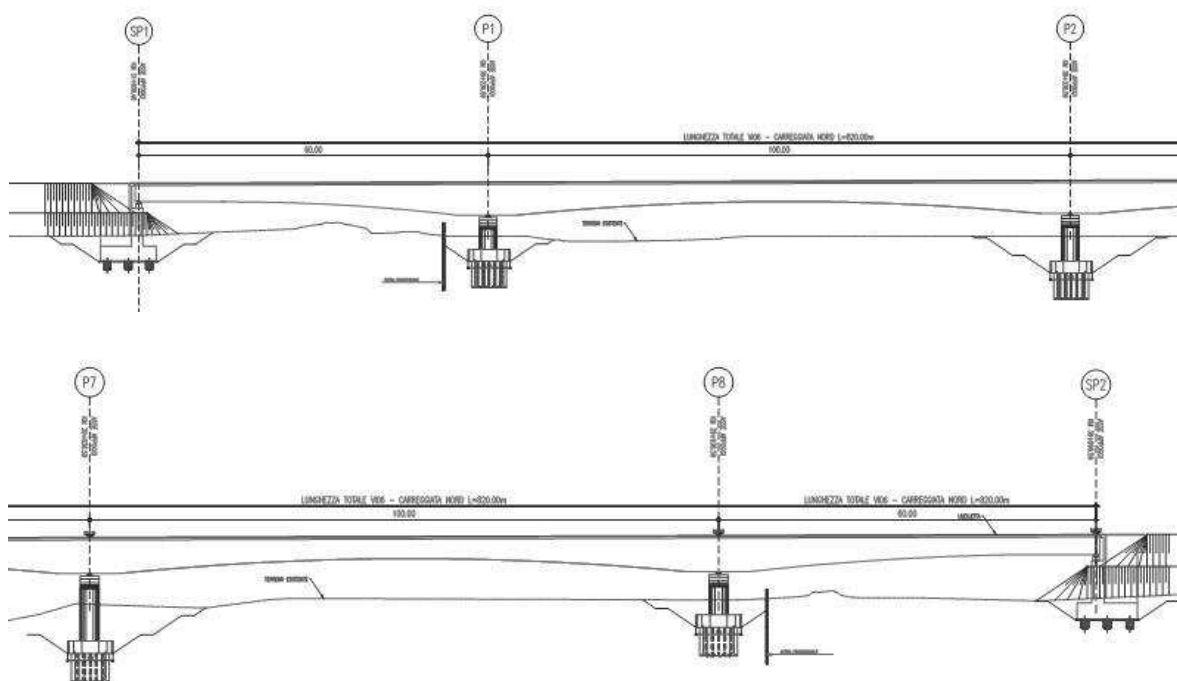
Le opere d'arte maggiori del progetto definitivo comprendono:

- viadotto sul fiume Sesia (lunghezza 820 m);
- n. 5 ponti (lunghezza da 40 a 120 m);
- n. 6 cavalcavia (di cui uno autostradale);
- n. 6 sottopassi scatolari e svariati tombini idraulici (scatolari e circolari);
- n.1 casello di esazione del pedaggio (prog. km 38+800).

L'opera d'arte principale dell'intero intervento è costituita dal viadotto sul fiume Sesia

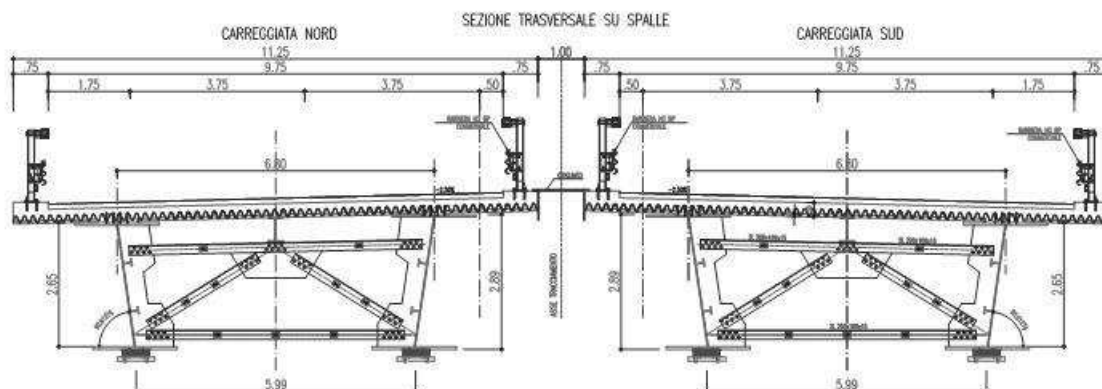
4.11.2 Viadotto sul fiume Sesia (VI06)

Il viadotto Sesia, che attraversa l'omonimo corso d'acqua, è costituito da due impalcati gemelli affiancati a trave continua a 9 campate, di lunghezza complessiva 820 m. Le campate di estremità, prossime alle spalle, hanno luce di 60 m, mentre le campate intermedie hanno luce di 100 m. A partire dalle spalle, posizionate all'esterno degli argini fluviali, le due campate di estremità superano gli argini e raggiungono la prima pila ad opportuna distanza dal piede dell'argine; la lunghezza delle campate intermedie deriva dall'esigenza di ridurre, per quanto possibile, il numero degli appoggi nell'alveo fluviale con l'obiettivo di contenere l'altezza delle strutture.

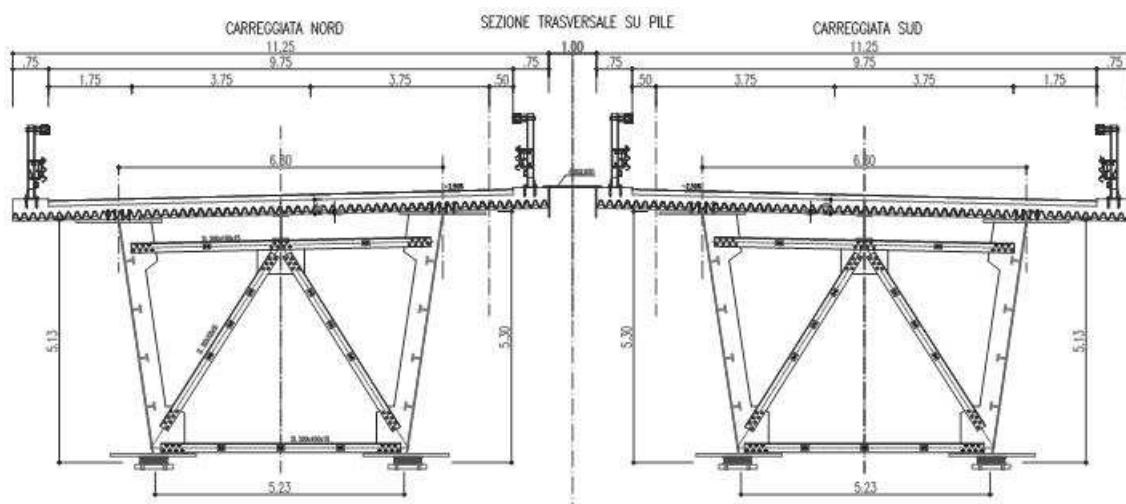


Sezione longitudinale

L'impalcato presenta una larghezza complessiva 11,25 m e una piattaforma stradale pari a 9,75 m. Ciascun impalcato è realizzato con sistema costruttivo misto acciaio-calcestruzzo, costituito da 2 travi metalliche principali, ad altezza variabile, parallele all'asse stradale e soletta superiore di completamente in conglomerato cementizio armato.

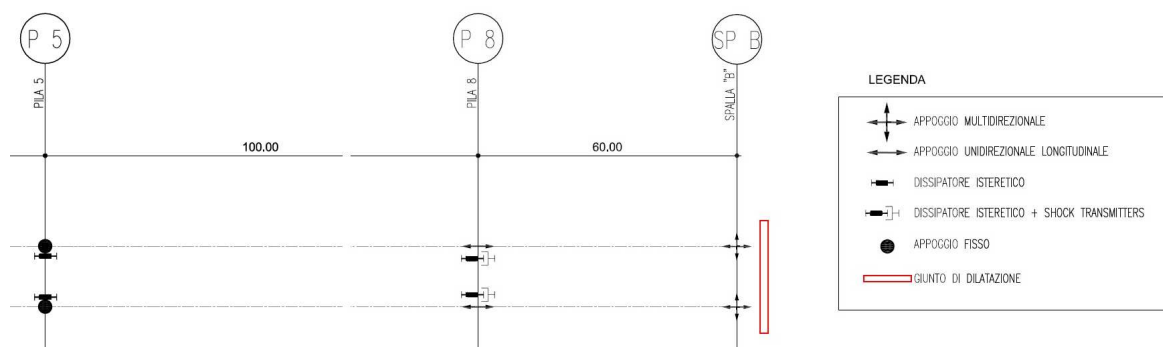
*Sezione trasversale in asse spalle*

La collaborazione tra le travi metalliche e la soletta è ottenuta per mezzo di connettori (pioli tipo Nelson) saldati all'estradosso delle travi principali. Completa la struttura una trave di spina longitudinale con funzione di appoggio intermedio per la soletta. Le travi principali sono collegate tra loro con traversi reticolari, aventi duplice funzione: da un lato, quella di contrastare, per tutto lo sviluppo del ponte, lo svergolamento e la perdita di forma, dall'altro - e specificatamente in corrispondenza degli appoggi - quella di trasferire le azioni trasversali alle sottostrutture e di permettere (ai fini della futura manutenzione) il sollevamento dell'impalcato.

*Sezione trasversale in asse pile*

L'impalcato è vincolato alle pile e spalle per mezzo di appoggi, dissipatori e shock transmitters.

Sulle pile gli apparecchi di appoggio sono dotati di dispositivi a dissipazione isteretica metallica (a comportamento elastoplastico). Tali apparecchi sono adottati sia per gli appoggi fissi (collocati in corrispondenza della pila P5), sia per quelli unidirezionali (collocati sulle altre pile), questi ultimi disposti in serie con il dispositivo "shock transmitter". Sulle spalle sono previsti appoggi multidirezionali di tipo tradizionale.

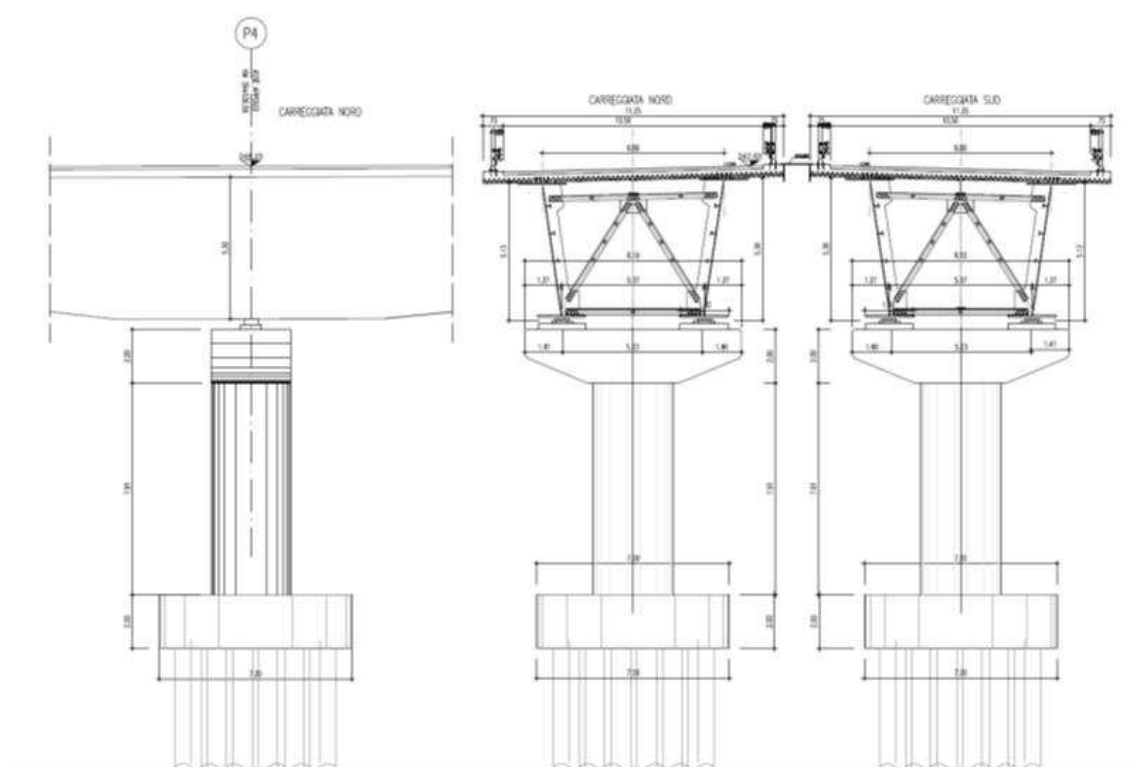


Sezione trasversale in asse pile

Per motivi di realizzabilità e di trasporto ciascuna travata è prefabbricata in officina in conci, quindi trasportata e assemblata in opera mediante giunzioni saldate.

Le pile in calcestruzzo hanno fusto a sezione circolare di diametro 3,00 m.

Le fondazioni sono collocate in alveo e tutte le sottofondazioni sono realizzate con pali di fondazione trivellati.

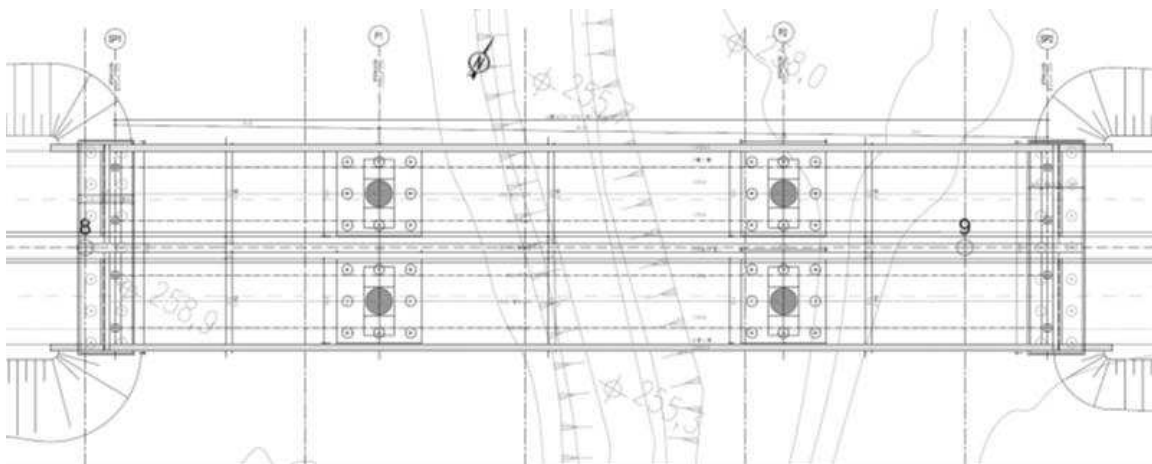


Prospetto longitudinale e trasversale della pila 4

La caratterizzazione dell'azione sismica dell'opera in esame viene effettuata ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 e relative istruzioni. Per la valutazione delle azioni sismiche è stata assunta una vita nominale (VN) di 50 anni e la classe d'uso IV (CU=2).

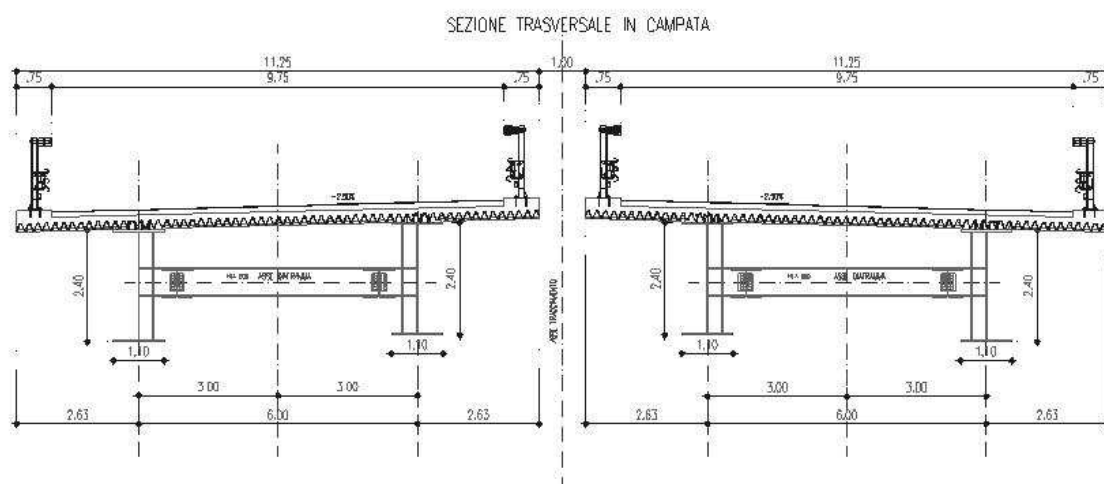
4.11.3 Ponte Rovasenda (VI03)

Il ponte che attraversa il torrente Rovasenda (situato tra le progr. km 31+803.40 e 31+909.40) presenta due impalcati gemelli distinti, continui su 3 campate di lunghezza 30 m, 46 m e 30 m per una lunghezza complessiva dell'opera di 106 m, interamente in rettilineo.



Pianta dell'opera

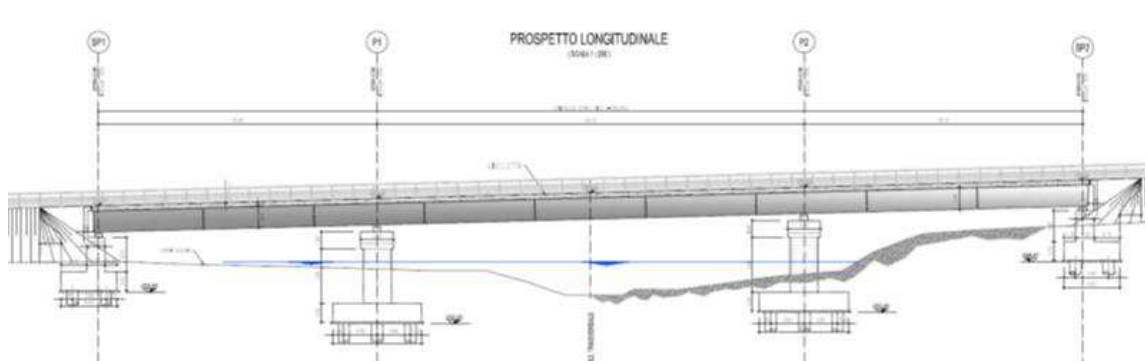
Ciascun impalcato ha una larghezza complessiva di 11,25 m e una piattaforma stradale di 9,75 m ed è realizzato con sistema costruttivo misto acciaio-calcestruzzo, costituito da 2 travi metalliche principali parallele all'asse stradale e soletta superiore di completamento in conglomerato cementizio armato.



Sezione trasversale in campata

La collaborazione tra le travi metalliche e la soletta è ottenuta per mezzo di connettori (pioli tipo Nelson) saldati all'estradosso delle travi principali. Le travi principali sono collegate tra loro con traversi con lo scopo di contrastare lo svergolamento delle travi, di trasferire in

corrispondenza degli appoggi le azioni trasversali alle sottostrutture e di permettere (ai fini della futura manutenzione) il sollevamento dell'impalcato. Entrambi gli impalcati presentano pendenza trasversale costante, ottenuta mediante sfalsamento in altezza delle travi principali.

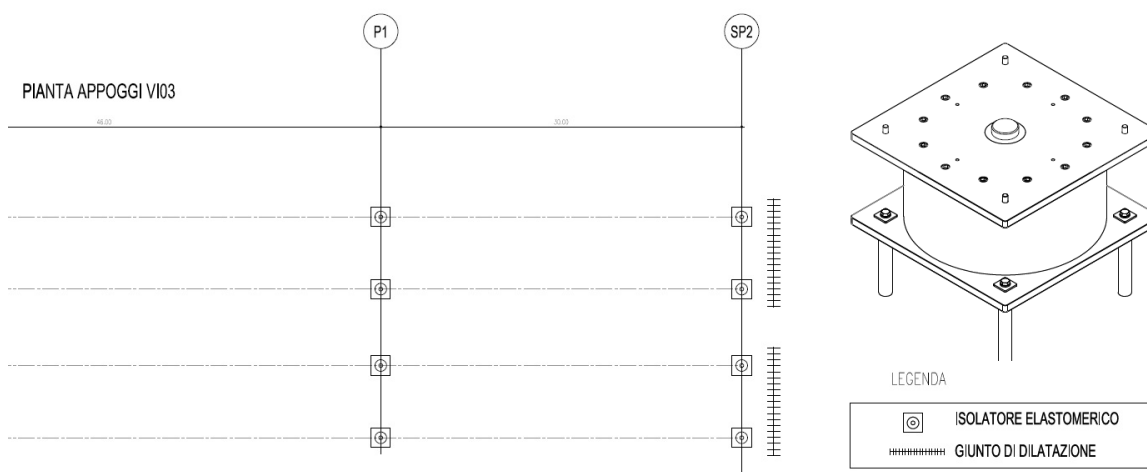


Sezione longitudinale

Per la realizzazione della soletta di completamento si prevede un getto su predalles prefabbricate disposte trasversalmente all'impalcato, con fondello interrotto (e traliccio passante) in corrispondenza della piolatura delle travi.

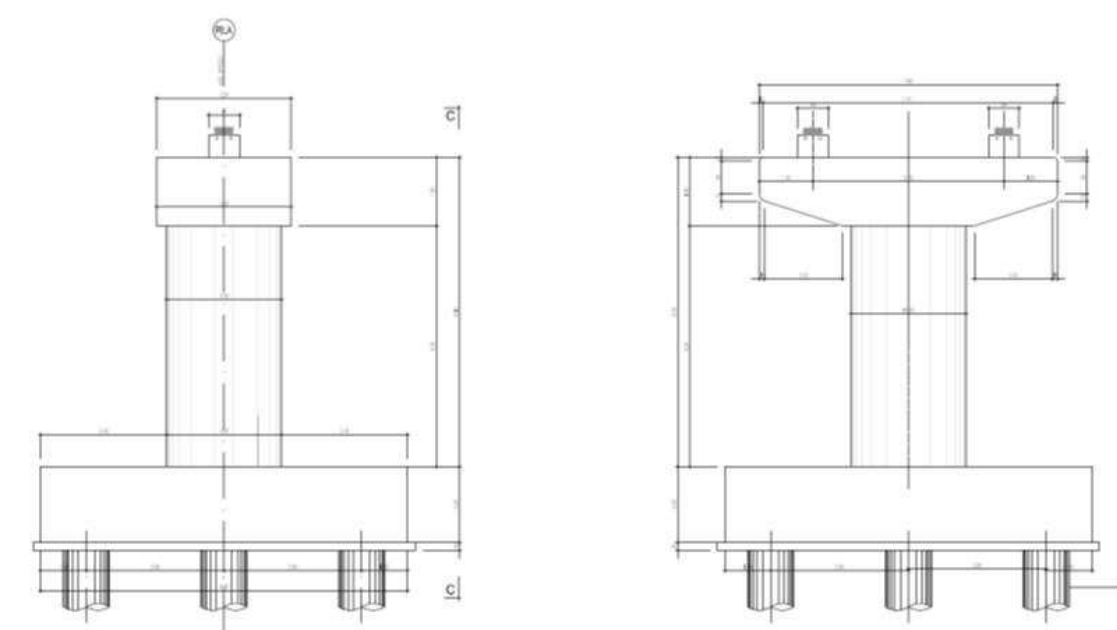
Per motivi di realizzabilità e di trasporto ciascuna travata è prefabbricata in officina in conci, quindi trasportata e assemblata in opera mediante giunzioni saldate.

L'impalcato è vincolato alle pile e spalle attraverso apparecchi di appoggio isolatori elastomerici HDRB (appoggi in elastomero ad alto smorzamento $\xi > 10\%$), che realizzano un disaccoppiamento sismico tra impalcato e sottostrutture.



Pianta appoggi

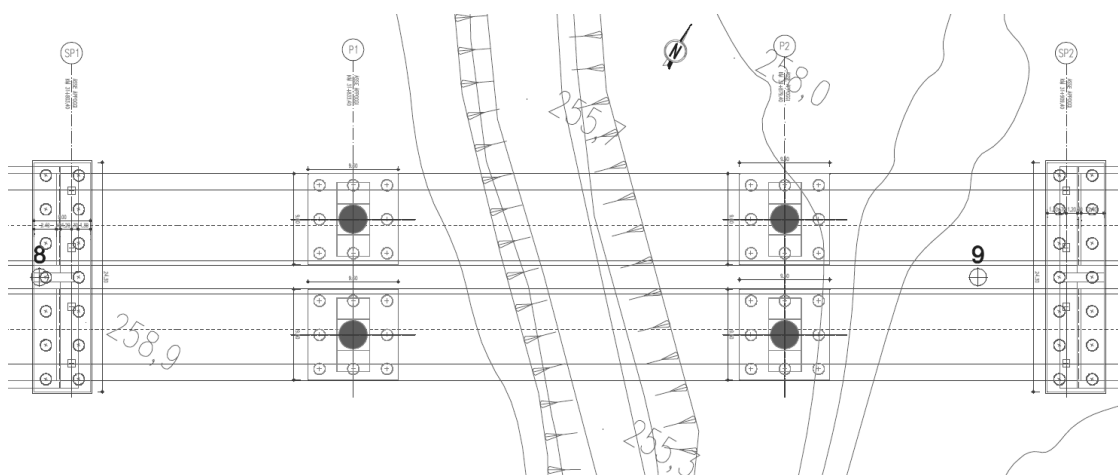
Le pile in calcestruzzo hanno fusto a sezione circolare di diametro 3,00 m e sono collocate in alveo, mentre le spalle sono posizionate fuori dall'argine.



Prospetto longitudinale e trasversale delle pile

Si è prevista un'unica fondazione per le spalle dei due impalcati, mentre le pile resteranno separate, sia in elevazione che in fondazione.

Le sottostrutture di fondazione sono realizzate con pali di fondazione trivellati.

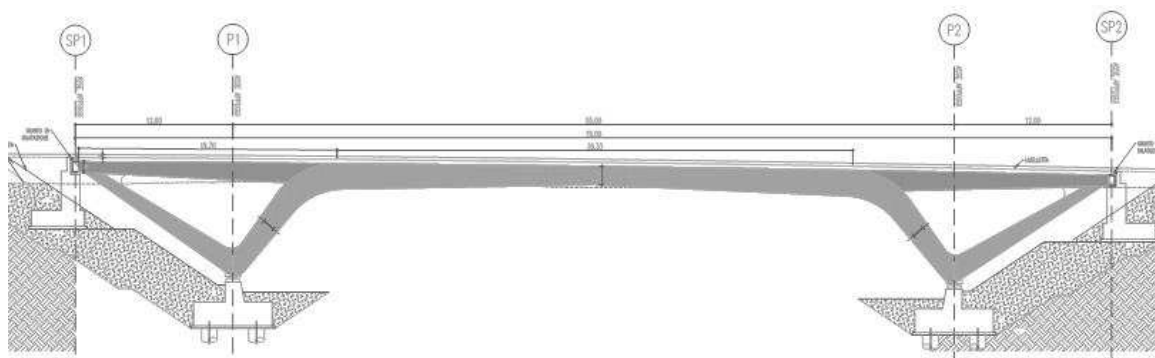


Pianta impalcato e fondazioni

Per la valutazione delle azioni sismiche è stata assunta una vita nominale (VN) di 50 anni e la classe d'uso IV (CU=2).

4.11.4 Cavalcavia

La struttura dei cavalcavia è quella dei nuovi cavalcavia "REINVENTA" previsti per la rete stradale ANAS, fatta eccezione per il cavalcavia di svincolo dell'autostrada A26 presso Ghemme.

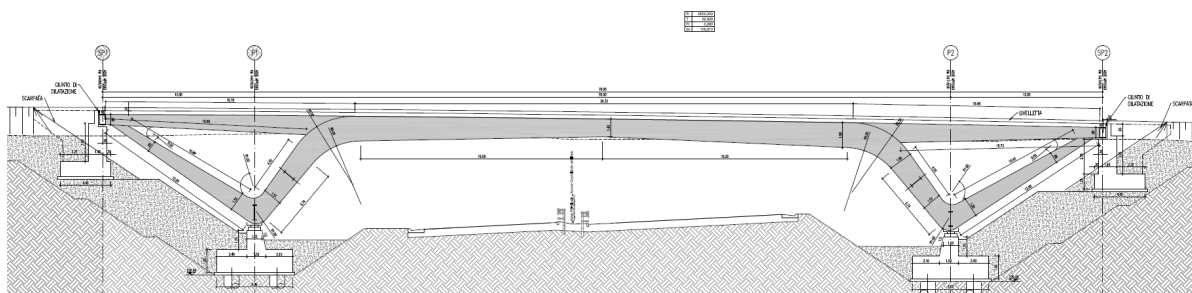


Sezione longitudinale

La geometria delle travi metalliche principali è caratterizzata, in vicinanza delle spalle, da elementi inclinati a sezione piena a forma di V (cavalletti) che terminano, inferiormente, sulle pile (molto basse) e, superiormente, sulle travi metalliche piolate alla soletta. Il comportamento del ponte è analogo a quello di un ponte a 3 campate nel quale la luce centrale, di ampiezza maggiore, scavalca la viabilità inferiore mentre le due campate di riva sono appoggiate – sul bordo esterno – sui cavalletti anzidetti, che trasmettono i carichi sulle pile. Le spalle, pertanto, risultano scariche in esercizio e assolvono al compito di contenimento del terreno; diversamente, durante la fase di varo, le spalle sostengono l'impalcato e risultano collegate ad esso per contrastarne il ribaltamento fino alla giunzione dei diversi tronchi e al raggiungimento della configurazione di fine costruzione.

4.11.5 Cavalcavia Rolino-Buronzo (CV01)

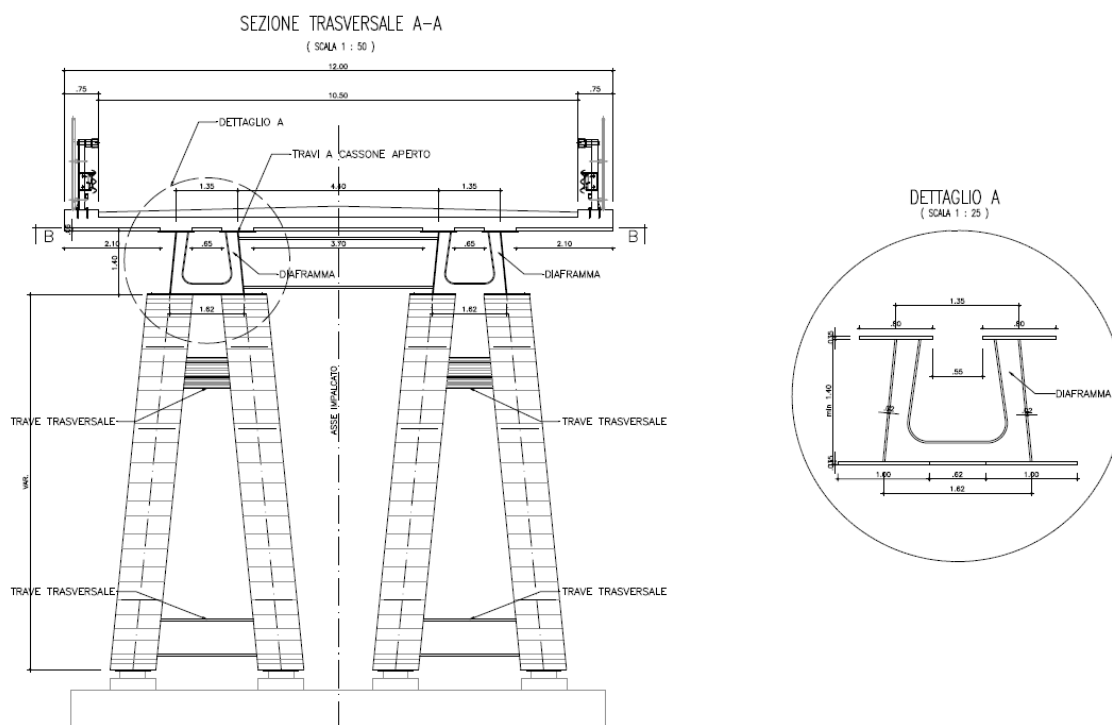
Il cavalcavia CV01 Rolino-Buronzo, ha una lunghezza complessiva di 79 m (in asse appoggi) con una luce centrale di 55 m e due sbalzi laterali di 12 m.



Sezione longitudinale

L'impalcato, di larghezza 12 m, ospita una piattaforma stradale da 10,50 m e un cordolo da 0,75 m su ciascun lato.

E' realizzato con sistema costruttivo misto acciaio-calcestruzzo, costituito da 4 travi metalliche principali parallele all'asse stradale e soletta superiore in conglomerato cementizio armato su predalles disposte trasversalmente all'impalcato. La collaborazione tra le travi metalliche e la soletta è ottenuta per mezzo di connettori (pioli tipo Nelson) saldati all'estradosso delle travi principali.

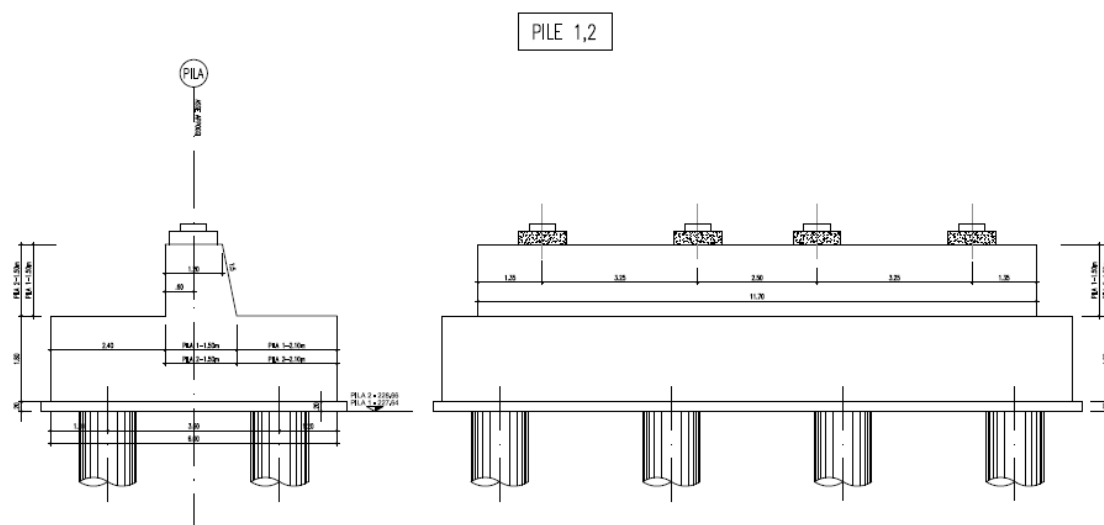


Sezioni trasversali

Per motivi di realizzabilità e di trasporto ciascuna travata è prefabbricata in officina in conci, quindi trasportata e assemblata in opera mediante giunzioni saldate.

L'impalcato è vincolato alle spalle attraverso appoggi isolatori HDRB (appoggi in elastomero ad alto smorzamento $\xi > 10\%$), che realizzano un disaccoppiamento sismico tra impalcato e sottostrutture.

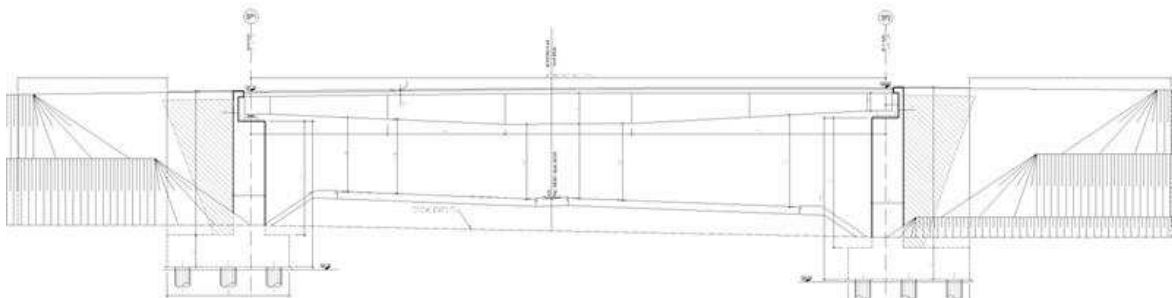
Per entrambe le spalle sono previste fondazioni dirette, mentre per le pile sono previste sottofondazioni attraverso la realizzazione di pali trivellati.



Fondazioni delle pile

4.11.6 Cavalcavia svincolo di Ghemme (CV06)

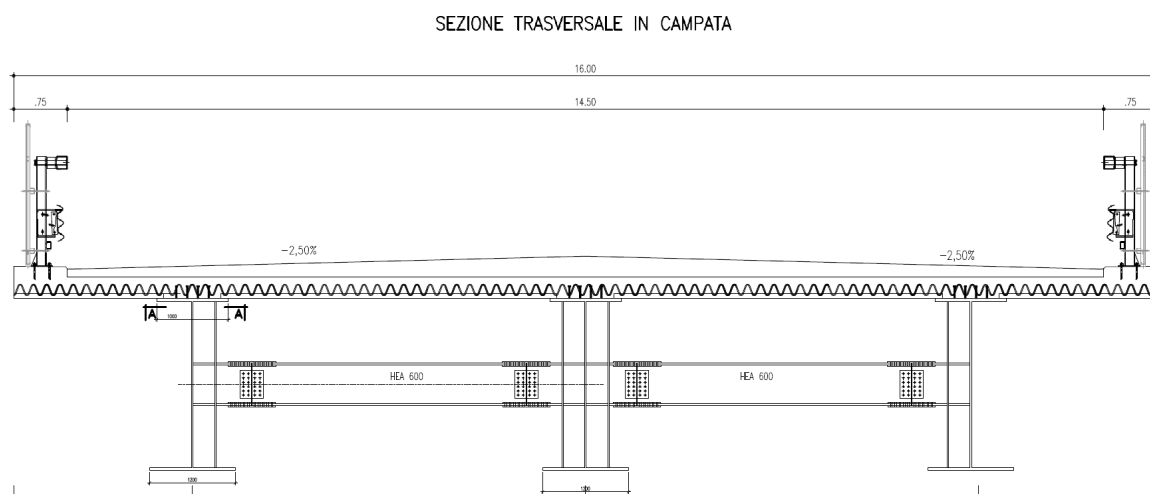
L'opera, che realizza lo scavalco dell'autostrada A26, ha una lunghezza complessiva di 50 m (in asse appoggi).



Pianta dell'opera

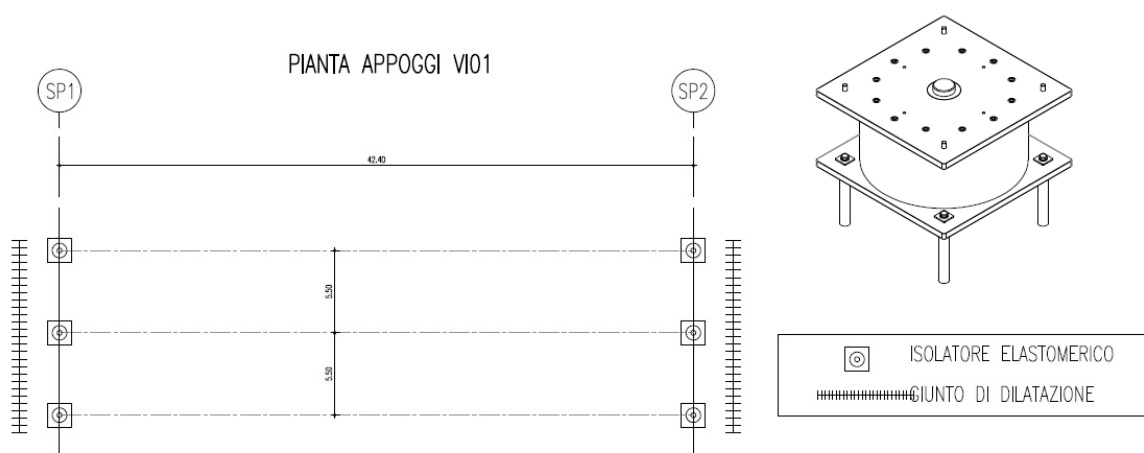
L'impalcato, di larghezza 16 m, ospita una piattaforma stradale da 14,50 m e un cordolo da 0,75 m su ciascun lato, è realizzato con sistema costruttivo misto acciaio-calcestruzzo, costituito da 3 travi metalliche principali, di altezza variabile, parallele all'asse stradale e soletta superiore in conglomerato cementizio armato su predalles disposte trasversalmente all'impalcato. La collaborazione tra le travi metalliche e la soletta è ottenuta per mezzo di connettori (pioli tipo Nelson) saldati all'estradosso delle travi principali.

Per motivi di realizzabilità e di trasporto ciascuna travata è prefabbricata in officina in conci, quindi trasportata e assemblata in opera mediante giunzioni saldate.



Sezione trasversale sulle spalle

L'impalcato è vincolato alle spalle attraverso appoggi isolatori elastomerici, che realizzano un disaccoppiamento sismico tra impalcato e sottostrutture.



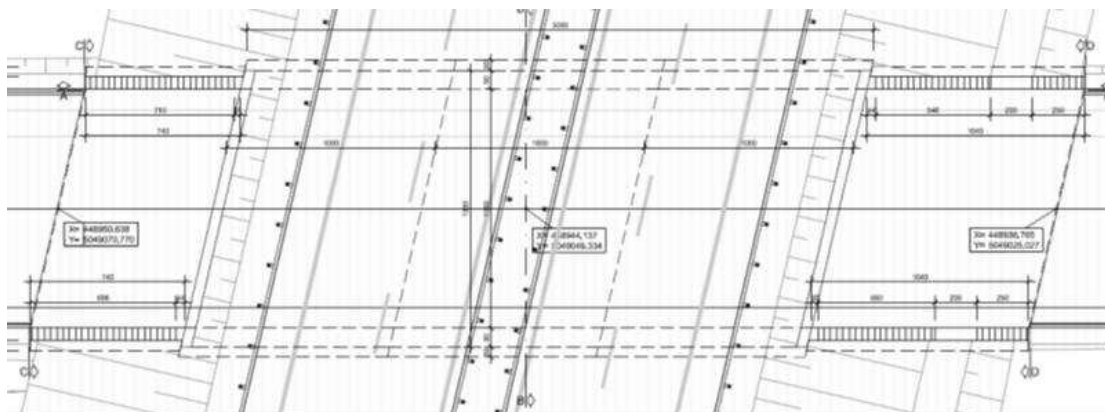
Sezione trasversale in mezzera

4.11.7 Sottovia e tombini

Si tratta di strutture scatolari in c.a. gettato in opera, fatta eccezione per i tombini idraulici di diametro 1500 mm, costituiti da elementi prefabbricati in c.a. Le opere sono state raggruppate in 13 differenti sezioni strutturali, cui possono essere ricondotte tutte le differenti sezioni con le diverse altezze di ricoprimento. In particolare sono state analizzate esplicitamente le 13 opere di seguito elencate:

- Sottovia 1 di sezione 4,50 m x 4,50 m;
- Sottovia 2 di sezione 8,00 m x 5,00 m;
- Sottovia 3 di sezione 11,50 m x 5,50 m;
- Sottovia 4 di sezione 10,00 m x 7,50 m;
- Tombino 1 di sezione circolare diametro 1500 mm;

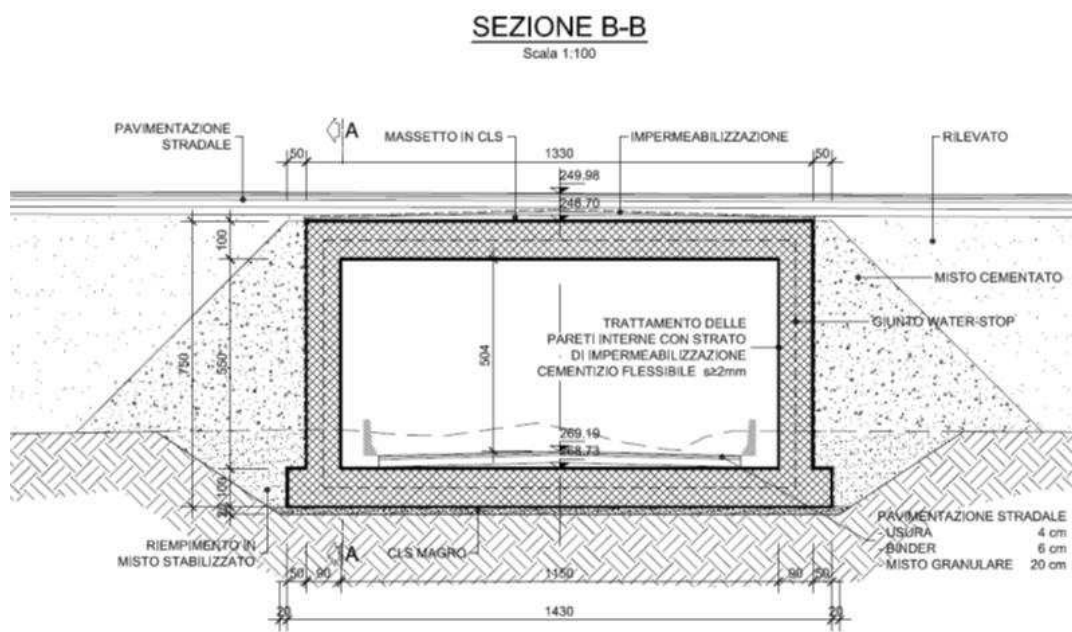
- Tombino 3 di sezione 2,00 x 2,00 m;
- Tombino 4 di sezione 5,50 x 2,70 m;
- Tombino 5 di sezione 4,00 x 2,00 m;
- Tombino 8 di sezione 3,00 x 2,50 m;
- Tombino 23 di sezione 4,00 x 3,00 m;
- Tombino 31 di sezione 6,00 x 3,00 m;
- Tombino 45 di sezione 5,00 x 4,00 m;
- Tombino 47 di sezione 10,00 x 4,00 m;



Sottovia 3 - Planimetria



Sottovia 3 - Sezione longitudinale



Sottovia 3 - Sezione trasversale

4.12 Aspetti geotecnici

Come sopra detto, al fine di consentire lo sviluppo del tracciato stradale in progetto sono necessarie le seguenti opere d'arte:

- il rilevato stradale di 13 km circa, con altezze che arrivano anche 9 m trattato nell'elaborato "Relazione Geotecnica e di Calcolo del Rilevato Stradale";
- i viadotti in numero di 6, di cui il VI03, VI04 e VI06 che comprendono opere provvisionali a sostegno degli scavi per la presenza di falda a piano campagna e per l'ubicazione di opere in alveo fluviale;
- i cavalcavia in numero di 6, di cui il CV06 di Svincolo allo SV di Ghemme che include due muri andatori e due paratie provvisionali;
- un muro di sostegno di sottoscarpa, sull'asta IN01.

Gli aspetti geotecnici, delle opere in viadotto/ponte, sono trattati in 12 relazioni geotecniche e di calcolo, in cui si includono le opere provvisionali. A queste si aggiungono la relazione per il rilevato stradale, per le fondazioni delle barriere anti rumore, per il muro OM01.

4.12.1 Rilevato Stradale

Le verifiche di stabilità globale dei rilevati stradali e dei fronti di scavo sono state eseguite in corrispondenza delle sezioni topografiche, ritenute più svantaggiose, riportate in tabella:

N°	Sezione stradale	Distanza progressiva [km]	Intervento	Sondaggio di riferimento
1	SEZ-21	25+575	Trincea	S1DH
2	SEZ-150	28+450	Rilevato	S4DH
3	SEZ-199	29+600	Rilevato	S9/2010
4	SEZ-319	32+275	Rilevato	S10pz
5	SEZ-516	36+975	Rilevato	S16DH
				S13/2010
6	SEZ-605	38+850	Rilevato	S15/2009

Tabella 8: sezioni di studio di rilevato e trincea per le analisi di stabilità

Tali sezioni, indicate sul profilo geotecnico hanno una successione stratigrafica in fondazione coerente con i dati geognostici e la caratterizzazione, mentre per il rilevato stradale, sono stati assunti i seguenti parametri:

Descrizione	γ	γ_{sat}	c'	ϕ'
	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(kN/m ²)	(°)
Rilevato	18,00	18,50	0,00	34,00

Tabella 9: parametri caratteristici del rilevato stradale

Le verifiche di stabilità globale sono state realizzate con i metodi all'equilibrio limite.

L'analisi è svolta sia in condizioni statiche che sismiche, applicando il metodo pseudo-statico, si riportano in Tabella 8 le caratteristiche dell'azione sismica per ogni sezione di calcolo:

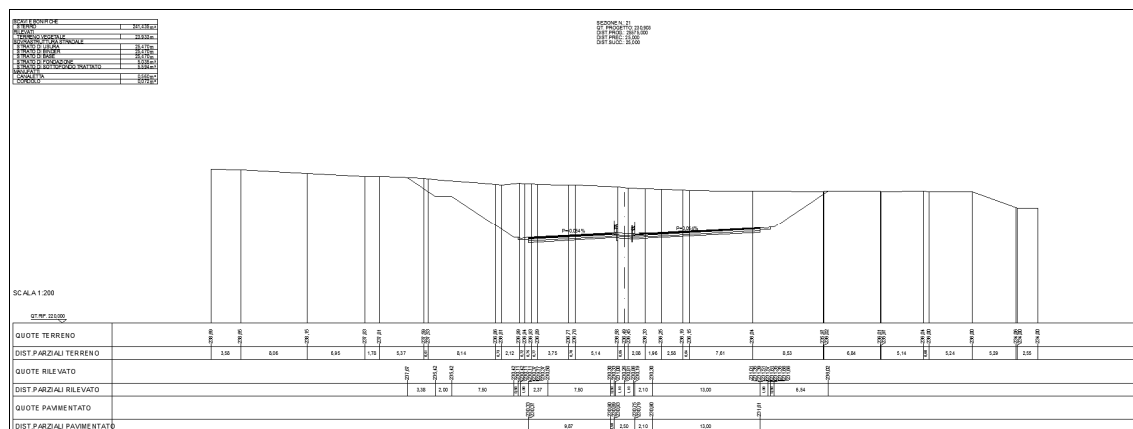
N°	Sezione stradale	Distanza progressiva [km]	Longitudine	Latitudine	Categoria di Suolo	k_h	k_v
1	SEZ-21	25+575	8°14'25.93"E	45°33'5.86"N	B	0,0093	0,0046
2	SEZ-150	28+450	8°16'12.19"E	45°34'13.67"N	C	0,0116	0,0058
3	SEZ-199	29+600	8°16'26.72"E	45°34'31.06"N	B	0,0093	0,0021
4	SEZ-319	32+275	8°17'53.69"E	45°35'17.23"N	S2	0,00428	0,0021
5	SEZ-516	36+975	8°20'44.19"E	45°35'34.90"N	C	0,0116	0,0058
6	SEZ-605	38+850	8°22'59.31"E	45°35'30.23"N	B	0,0093	0,0046

Tabella 8: classificazione sismica delle sezioni analizzate

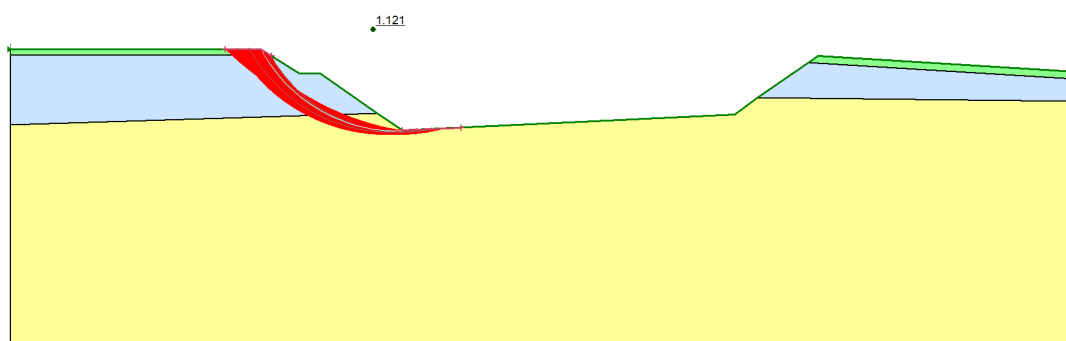
Per tener conto degli effetti del traffico stradale, si è considerato un sovraccarico accidentale uniforme pari a 20 kPa.

Si riporta, a titolo di esempio, nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. e Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** la sezione topografica ed i modelli di calcolo messi a punto per la sez. n. 1.

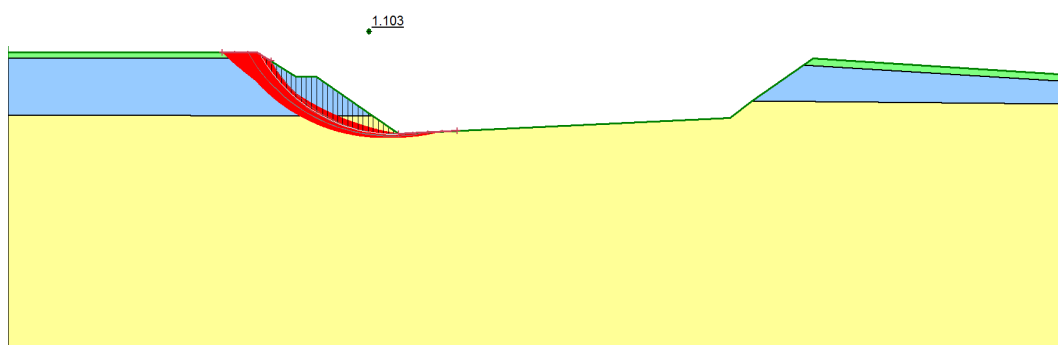
Collegamento viario Pedemontana Piemontese tra la A4 e la A26 (Santhia'-Biella- Gattinara-Ghemme)
 Collegamento viario Masserano-Ghemme
 Progetto Definitivo



Sezione topografica sez-21 prog. km 25+575



Verifica stabilità globale statica sez-21 pk 25+575 - FSmin=1.121



Verifica stabilità globale sismica sez-21 pk 25+575 - FSmin=1.103

Si riportano in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** il valore del Coefficiente di Sicurezza FS ottenuto dalle verifiche condotte in corrispondenza delle sezioni topografiche, ritenute più svantaggiose. Come si osserva le analisi condotte si concludono sempre con esito positivo $FS > 1,1$.

			Statica	Sisma
ID	Sezione stradale	Distanza progressiva [km]	A2+M2+R2	A2+M2_Sisma
N°			FS_min	FS_min
1	SEZ-21	25+575	1,120	1,103
2	SEZ-150	28+450	1,164	1,137
3	SEZ-199	29+600	1,140	1,120
4	SEZ-319	32+275	1,308	1,296
5	SEZ-516	36+975	1,184	1,152
6	SEZ-605	38+850	1,127	1,104

Tabella 11: riepilogo dei fattori di sicurezza

Per verificare la funzionalità del rilevato stradale previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione dell'opera è stato necessario analizzarne i cedimenti valutandone il comportamento sotto i carichi di esercizio.

Le analisi dei cedimenti sono state condotte per le altezze massime del rilevato i prossimità dei viadotti e ponti previsti, denominati "VI", ed in corrispondenza della fine del lotto, in cui il rilevato ha larghezza in pianta maggiore.

La stima dei cedimenti è stata eseguita attraverso la teoria dell'elasticità per il cedimento immediato in terreni granulari, mentre per i terreni coesivi è stato utilizzato il metodo edometrico valido anche per lo studio del decorso dei cedimenti nel tempo.

Nella tabella seguente si riepilogano i risultati di tale studio, in corrispondenza delle opere d'arte principali presenti sulla tratta. Come si osserva, in tutti i casi, i cedimenti immediati e di consolidazione ed i tempi necessari alla dissipazione delle sovrappressioni interstiziali negli strati coesivi risultano assolutamente compatibili con la funzionalità e con i tempi di realizzazione dell'opera.

Rilevato	Cedimento immediato [cm]	Cedimento di consolidazione [cm]	Cedimento totale [cm]	Tempo di consolidazione (Um=90%) [gg]
VI01	8,6	22,7	31,3	11
VI02	7	25,9	32,9	5
VI03	6,8	25,7	32,5	7
VI04	10,9	24,7	35,6	2
VI05	7,4	44,6	52	4
VI06	10,9	5,7	16,6	133
Fine lotto	17,7	14,4	32,1	128

Tabella 12: riepilogo cedimenti rilevato

4.12.2 Fondazioni del Viadotto Sesia

Le fondazioni del viadotto Sesia, di cui alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** ed alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, si compongono di:

- fondazioni a pozzo per le 8 pile in alveo, costituite da 17 pali secanti, DN1200 di lunghezza L= 30 m;
- fondazioni su 15 pali, DN 1200, L = 36 m;

L'apparato fondale, si completa di alcune opere provvisionali, rappresentate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**:

- palancole a sostegno degli scavi, stante la presenza di falda a p.c., profilo AZ52-700 e lunghezza 12 m;
- ture provvisionali in alveo, in materiale a grana fine, tipo A6 (Tab. CNR-UNI 10006), per la protezione dell'are di lavoro, da piene con Tempo di Ritorno triennale, di altezza variabile in relazione all'andamento dell'alveo, ma mai superiore ai 5,5 m;
- paratie di pali in ottemperanza al Regio Decreto n. 523 del 25.07.1904, art. 96 Lettera f, a protezione degli argini, costituite da pali DN1000 ad interasse 1,1m di lunghezza pari a 16m previste in corrispondenza delle pile n.1 e n.8.

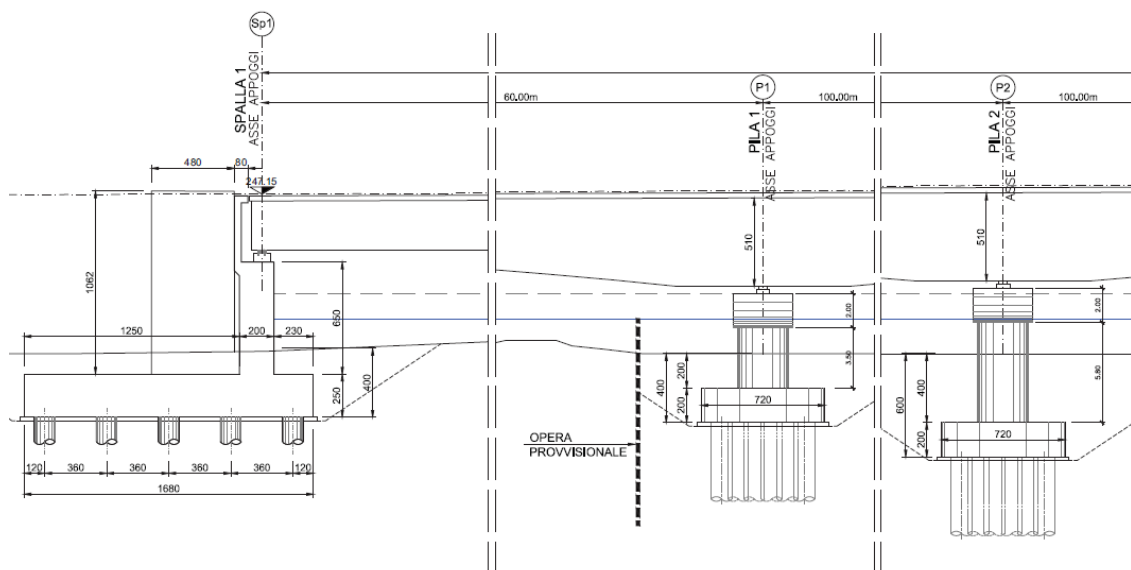


Figura 14: particolare profilo sottofondazioni Viadotto Sesia, Sp1-P1-P2

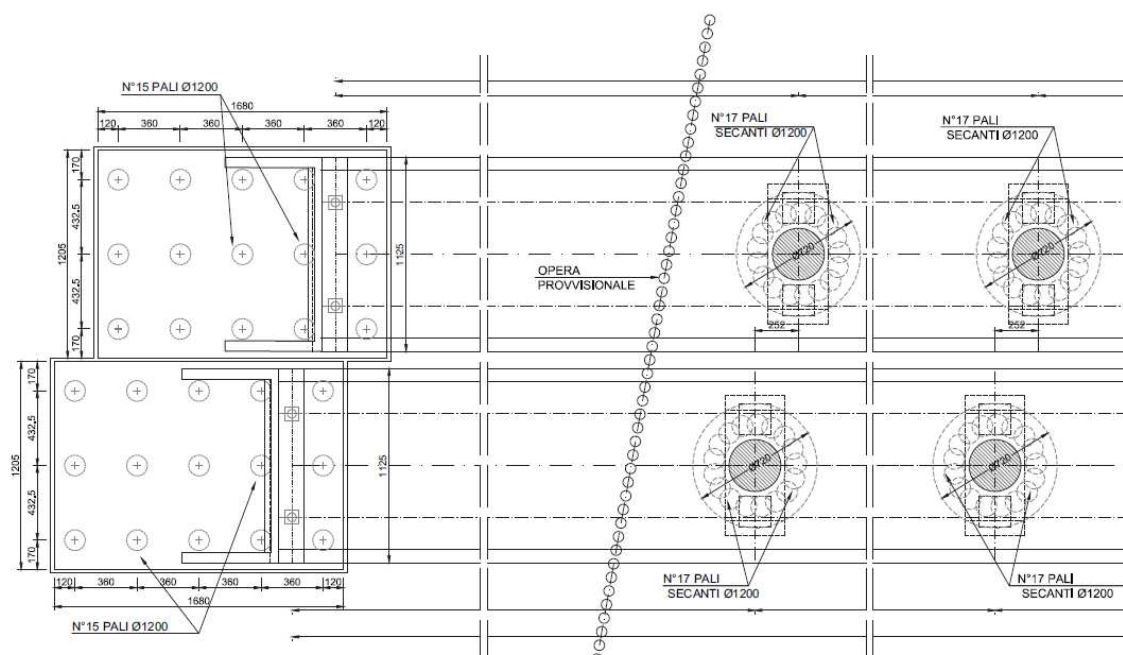


Figura 15: particolare pianta sottofondazioni Viadotto Sesia, Sp1-P1-P2

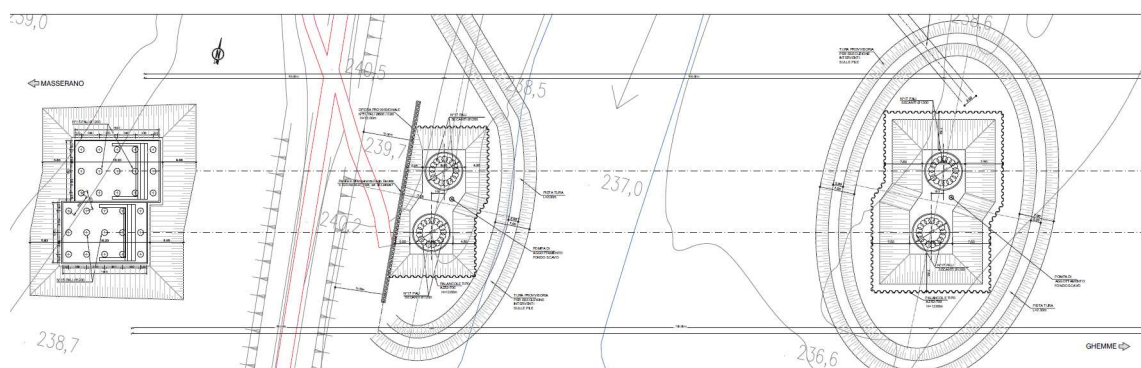


Figura 16: particolare pianta opere provvisionali Viadotto Sesia, Sp1-P1-P2

Nelle seguenti tabelle è riportata la stratigrafia di progetto per le spalle e per le pile del viadotto, a partire dal piano campagna, e la quota del piano di posa dei plinti di fondazione.

Litotipo	Stratigrafia	Spessore [m]
Terreno di riporto	da p.c. fino a 1,50 m	1,50 m
Ug5	da 1,50 m fino a 12,00 m	10,50 m
Ug6	da 12,00 m fino a 18,00 m	6,00 m
Ug7	≥ 18,00 m	-

Tabella 9: stratigrafia di progetto per la SP1 e le pile 1-3

Litotipo	Stratigrafia	Spessore [m]
Ug5	da p.c. fino a 10,00 m	10,00 m
Ug6	da 10,00 m fino a 26,00 m	16,00 m
Ug7	≥ 26,00 m	-

Tabella 10: stratigrafia di progetto per la SP2 e le pile 4-8

Appoggio	Quota da p.c. [m]
SP1	3,50 m
Pile	6,00 m
SP2	4,00 m

Tabella 11: Quota piano di posa plinto di fondazione

Per le spalle la quota di falda si assume al piano campagna.

Per il calcolo delle pile, in alveo, si considera invece che la quota di falda sia pari a 4m sopra il p.c., corrispondente alla quota di piena del fiume con tempo di ritorno 200 anni – come da Relazione Idraulica.

I criteri progettuali mediante i quali sono state condotte le verifiche dimensionali, seguono due differenti tipologie di modellazione:

- modellando la struttura di fondazione come una struttura flessibile costituita da una coronella di pali, valutando la capacità portante della coronella e valutando la resistenza alle azioni orizzontali determinando il numero di pali equivalente in funzione della geometria del pozzo di fondazione e ripartendo conseguentemente le azioni (metodo più cautelativo che prevede in luogo di n.17 pali secanti n.14 pali non secanti)

- modellando la struttura di fondazione come una struttura rigida costituita da un pozzo e verificando la capacità portante e la stabilità ed i cedimenti in accordo con il metodo di Jamiolkowski (Dimensionamento delle fondazioni a pozzo - Atti e Rassegna Tecnica della Società Ingegneri e Architetti di Torino - Nuova Serie - A. 22 - N. 7 - Luglio 1968).

Per ciò che attiene le opere provvisorie, in applicazione del Regio Decreto n. 523 del 25.07.1904, art. 96 Lettera f, gli argini del fiume Sesia saranno protetti mediante una paratia di pali DN1000 ad interasse 1,1m di lunghezza pari a 16m che sarà realizzata in corrispondenza delle pile n.1 e n.8.

La massima altezza di scavo, e quindi di sbalzo della paratia, sarà pari a 4,5m.

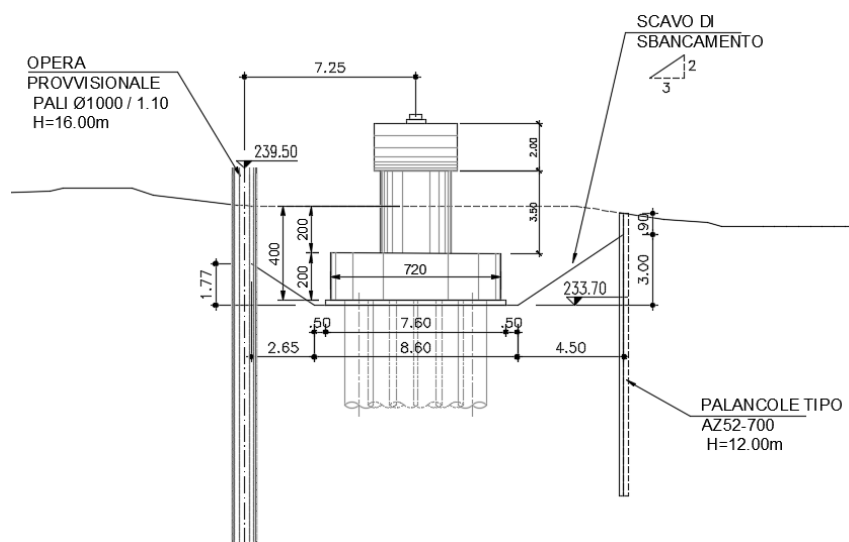


Figura 23: Schema paratia provvisoria pila n.1

La scelta sulla tipologia di palancale è stata basata sulle correlazioni di letteratura tra i risultati delle prove SPT ed il modulo della rigidezza delle palanche. La palancale selezionata, oltre che garantire la resistenza necessaria per la stabilità degli scavi, deve difatti poter essere infissa nel terreno attraverso i vari strati.

SPT minimum Dominant N value	Wall modulus (cm ³ /m)	
	Low-yield steel	High yield steel
0– 10	500	
11– 20		500
21– 25	1000	
26– 30		1000
31– 35	1300	
36– 40		1300
41– 45	2300	
46– 50		2300
51– 60	3000	
61– 70		3000
71– 80	4000	
81–140		4000

Where N represents the Standard Penetration Test value.
"Dominant" means the average of the high values for the soils to be penetrated.

Where piles are to be driven only to a toe-hold in rock, the N value shall be divided by a factor of 4 for that stratum only.

Tabella 12: Correlazione tra prove SPT e rigidezza delle Palancole, tratta da "Installation of steel sheet piles" (edito da TESPA: Technical European Sheet Piling Association, 1998".

Per il caso in essere le prove SPT condotte nei sondaggi di riferimento, S19 e S21, hanno evidenziato alle profondità di infissione delle palancole valori $N_{SPT} > 50$, in relazione ai quali la scelta è ricaduta sull'utilizzo di palancole con modulo di rigidezza W non inferiore a 3000 cm³/m.

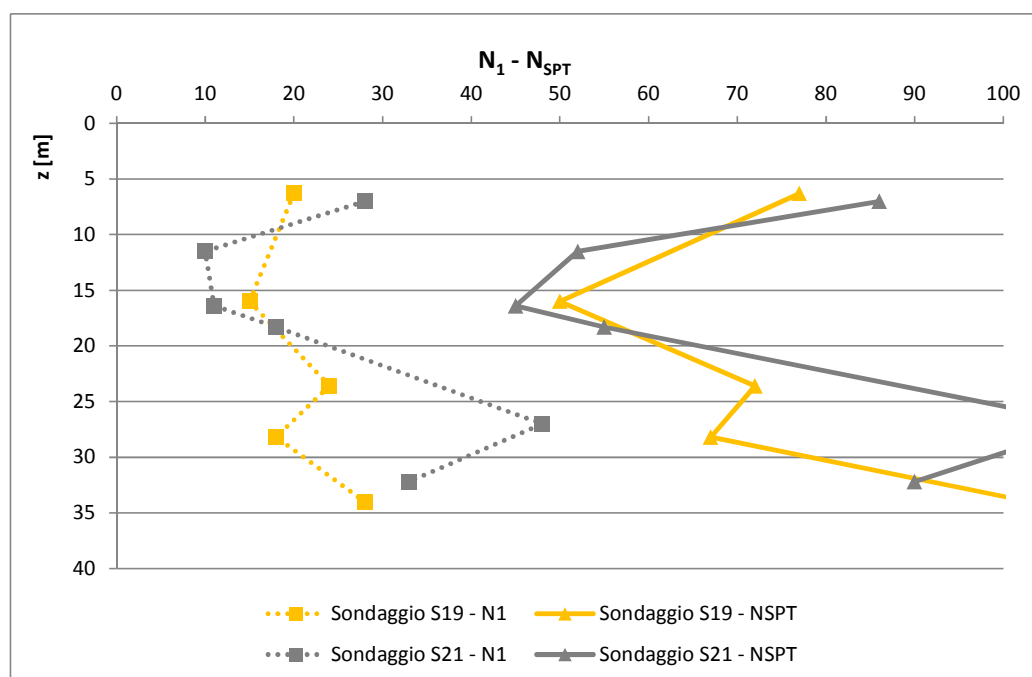


Figura 11: Risultati prove SPT sondaggi S19 e S21

L'analisi delle paratie è stata condotta mediante un programma di calcolo operante agli elementi finiti ("Paratie 2017 plus" - Lic. ANAS 2320 , in grado di modellare la parete flessibile con elementi tipo Beam e di simulare l'interazione terreno-struttura attraverso un doppio letto di molle elasto-plastiche connesse ai nodi della parete stessa.

La stabilità degli scavi necessari alla realizzazione delle fondazioni sarà assicurata mediante palancole tipo AZ 52-700, verificate per le massime altezze di scavo pari a 6m.

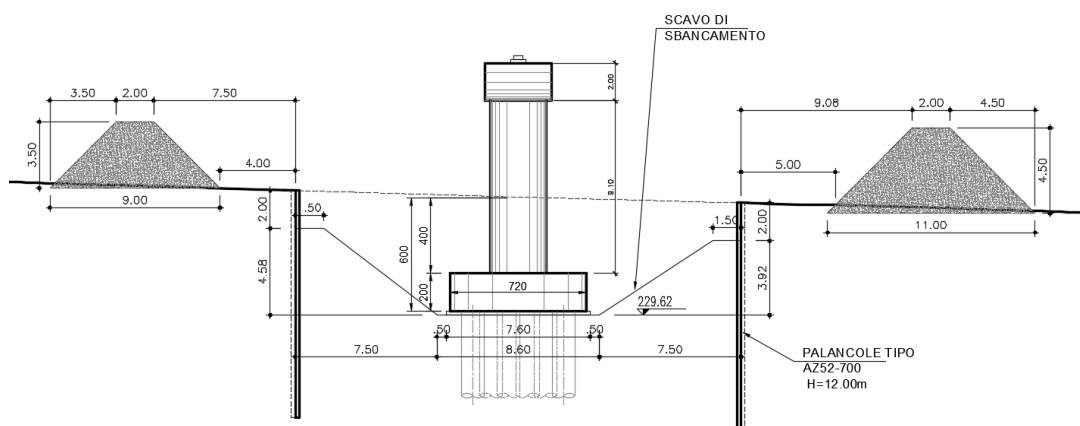


Figura 12: Schema palancole e ture tipologico

Le verifiche sono state condotte con il codice di calcolo "Paratie 2017 plus" Lic. ANAS in analogia a quanto precedentemente esposto per le paratie di protezione argine.

Infine, sono state eseguite le verifiche di stabilità globale delle sponde laterali delle ture in materiale sciolto () sono state eseguite considerando la sezione geometrica più sfavorevole, avente massima altezza, e parametri geotecnici riportati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** I risultati delle verifiche sono riportati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

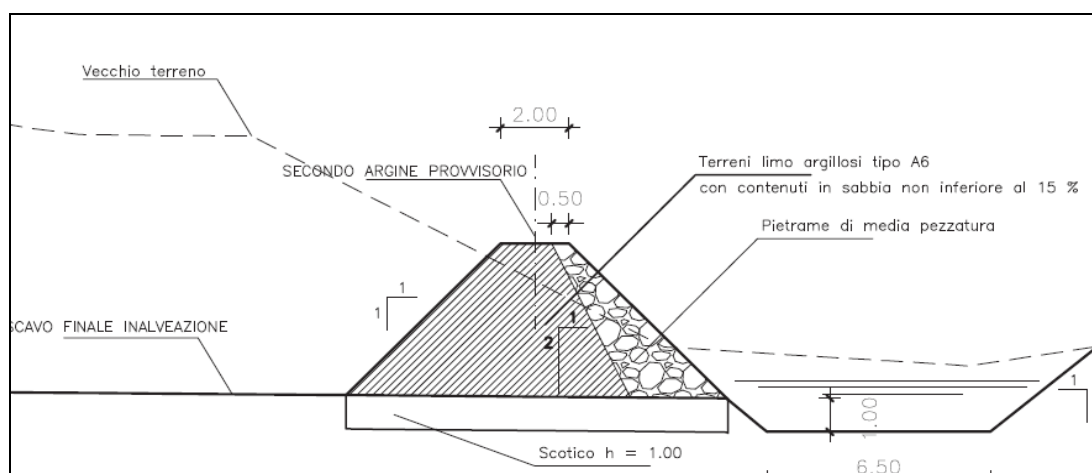


Figura 26: sezione tura provvisoria in materiale sciolto

Stratigrafia			Parametri geotecnici			
Prof. [m]		Unità Geotecnica	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]
0,0	12,00	Ug5	19,00	20,00	0,00	36,00
1,2	18,00	Ug1	19,50	20,00	5,00	26,00
5,0	24,00	Ug3	19,50	20,00	0,00	29,00

Tabella 18: : parametri geotecnici delle ture in terra

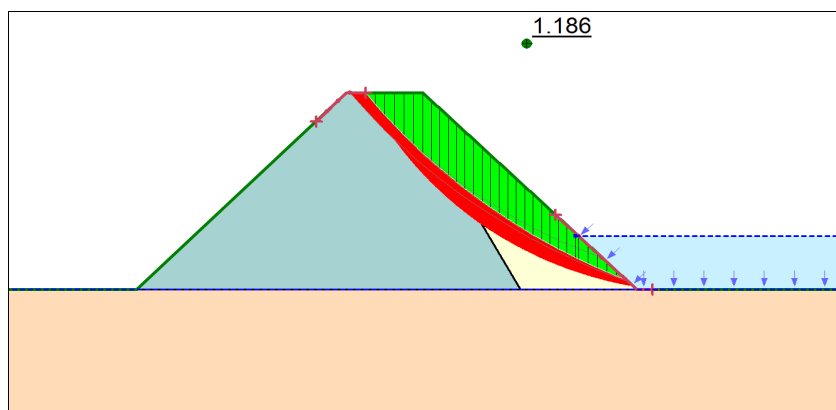


Figura 27: verifica di stabilità globale argine provvisorio sponda dx - FSmin=1.86

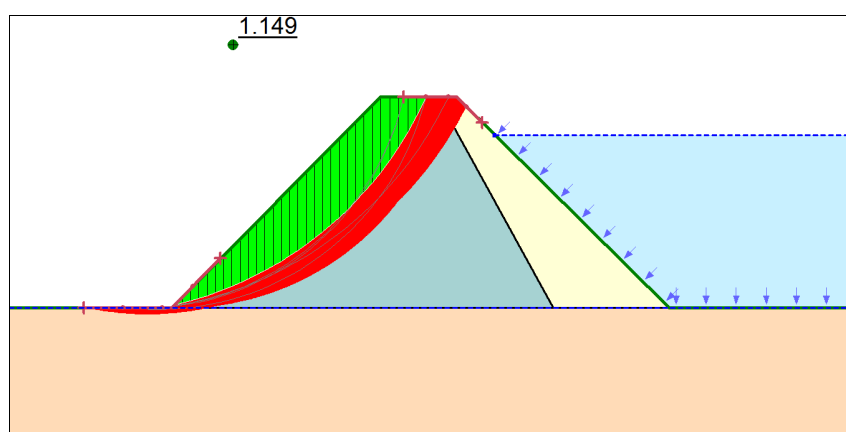


Figura 28: verifica di stabilità globale argine provvisorio sponda sx- FSmin=1.149

In aggiunta, è stata condotta la verifica di stabilità globale del fronte di sbancamento protetto con opere di protezione provvisoria con palancole (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

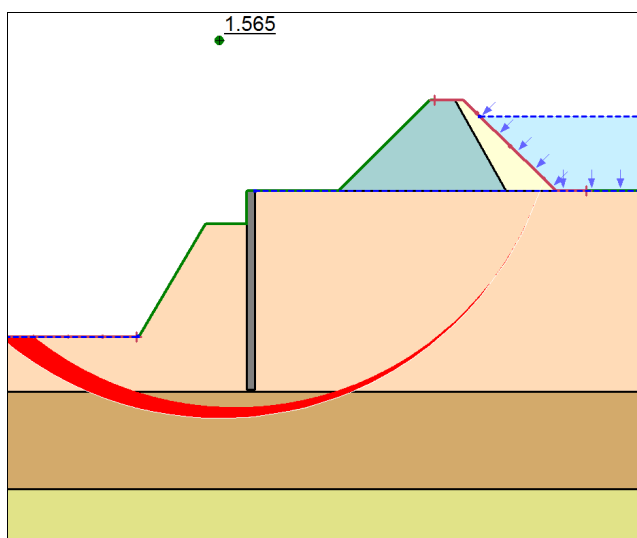


Figura 13: Verifica \ sbancamento con inserimento di palancole sez-21 - FSmin=1.565

4.12.3 Fondazioni dei Viadotti e dei Cavalcavia

Il calcolo delle fondazioni degli altri viadotti è in tutti i casi riconducibile a quello delle spalle viadotto Sesia, in termini di metodo. E' stato, infatti, sempre necessario ricorrere a pali DN1200 di lunghezze fino a 42 m. Eccetto i viadotti VI03 e VI04, in cui si è manifestata la presenza della falda a piano campagna, vi non sono necessarie opere provvisorie di sostegno degli scavi. Per i Viadotti VI03 e VI04 invece si è ricorso al palancoleto chiuso – cofferdam – per consentire l'esecuzione delle lavorazioni del plinto. Apposite tavole di illustrazione delle fasi esecutive illustrano la sequenza delle lavorazioni immaginata.

Si riportano di seguito due tabelle riepilogative delle sottofondazioni di tutti i viadotti e cavalcavia eccetto il VI06.

	Numero Pali		Lunghezza	
	SP1	SP2	(m)	
CV01	8	8	18,00	18,00
CV02	8	8	28,00	28,00
CV03	8	8	30,00	30,00
CV04	8	8	30,00	30,00
CV05	8	8	36,00	36,00
CV06	8	8	32,00	32,00

Tabella 13: numero e lunghezze pali fondazioni Cavalcavia

	Numero Pali		Lunghezza	
	SP1	SP2	(m)	
VI01	14	14	32,00	32,00
VI02	14	14	36,00	36,00
VI03_Spalle	14	14	42,00	42,00
VI03_P1_P2	18	18	30,00	30,00
VI04	28	28	36,00	36,00
VI05	21	21	32,00	32,00

Tabella 14: numero e lunghezze pali fondazioni Cavalcavia

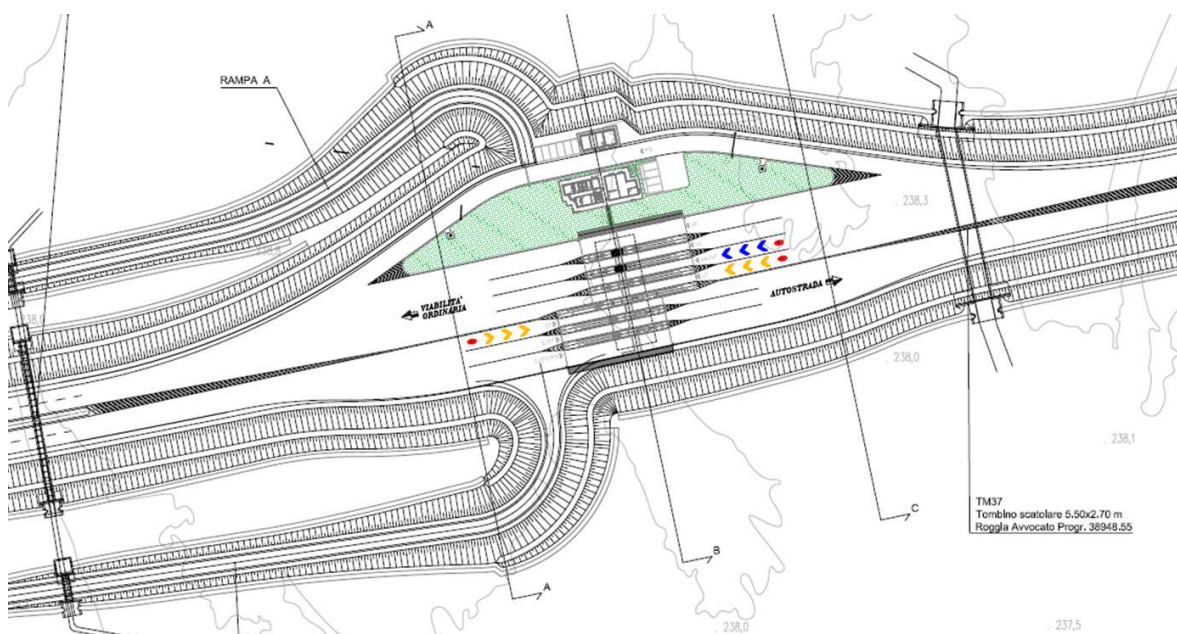
4.13 Casello di esazione

Il collegamento con l'autostrada A26 avviene attraverso lo svincolo di Ghemme che sancisce la transizione tra il sistema libero dell'infrastruttura in progetto al sistema pedaggiamento chiuso dell'autostrada A26.

E' stato pertanto necessario introdurre alla prg. 38+800, un casello prima dello svincolo, collocato circa 1,5 km più avanti.

La tipologia del casello è conforme agli standard adottati sul sistema autostradale italiano, che prevede per ogni lato, una viabilità di servizio che si collega alla rete locale esistente (nel nostro caso fino alla S.P.594).

La posizione e la configurazione dell'area di esazione è stata concordata con i tecnici della società concessionaria ASPI, negli incontri tenuti presso il MIT.



Configurazione dell'area di esazione

4.14 Impianti

I principali impianti o dotazioni di sicurezza progettati per l'infrastruttura, sono::

- impianto di distribuzione BT a servizio degli impianti tecnologici degli svincoli, delle area di servizio e dell'area di esazione;
- impianto di illuminazione degli svincoli, delle corsie di accelerazione/decelerazione, delle rampe e delle rotatorie realizzato con corpi illuminanti a LED;
- vie cavo in itinere per cavi di potenza e cavi di segnale;
- impianti di illuminazione, forza motrice e speciali per gli edifici dell'area di esazione;
- impianti meccanici, di climatizzazione e ventilazione, per gli edifici dell'area di esazione;
- allacci fornitura elettrica in bassa tensione per i vari impianti.

La progettazione delle dotazioni impiantistiche è stata condotta al fine di ottenere i seguenti obiettivi:

- continuità di esercizio (affidabilità e durabilità dei sistemi, manutenibilità sistemi),
- risparmio energetico per il gestore (nuove tecnologie, sistemi di gestione avanzati).
- elevato livello di sicurezza per la popolazione (riduzione del rischio),
- elevato comfort per gli utenti in condizioni di esercizio (visibilità).

Gli obiettivi della progettazione sono stati ottenuti attraverso la semplificazione del sistema mirata all'incremento dell'affidabilità, all'incremento della sicurezza, alla riduzione dei costi. Sono state quindi studiate soluzioni mirate alla facilitazione della manutenzione degli impianti.

4.15 Cantierizzazione

4.15.1 Ubicazione dei cantieri

Le aree di cantiere previste per la realizzazione dell'infrastruttura stradale si distinguono in due tipologie:

- cantiere Base;
- cantieri Operativi.

Nell'ambito del progetto, per l'individuazione delle aree da adibire a tali tipologie di cantiere, in linea generale, si è tenuto conto dei seguenti requisiti:

- dimensioni areali sufficienti alle relative dotazioni;
- adiacenza alle opere da realizzare;
- prossimità a vie di comunicazione importanti e/o con sedi stradali adeguate al transito pesante;
- preesistenza di strade minori per gli accessi, allo scopo di evitare il più possibile la realizzazione di nuova viabilità di servizio;
- lontananza da ricettori sensibili e da zone residenziali significative;
- esclusione di aree di rilevante interesse ambientale;
- vincoli e prescrizioni limitative all'uso del territorio;
- caratteristiche morfologiche, allo scopo di evitare, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi, in cui si dovessero rendere necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto.

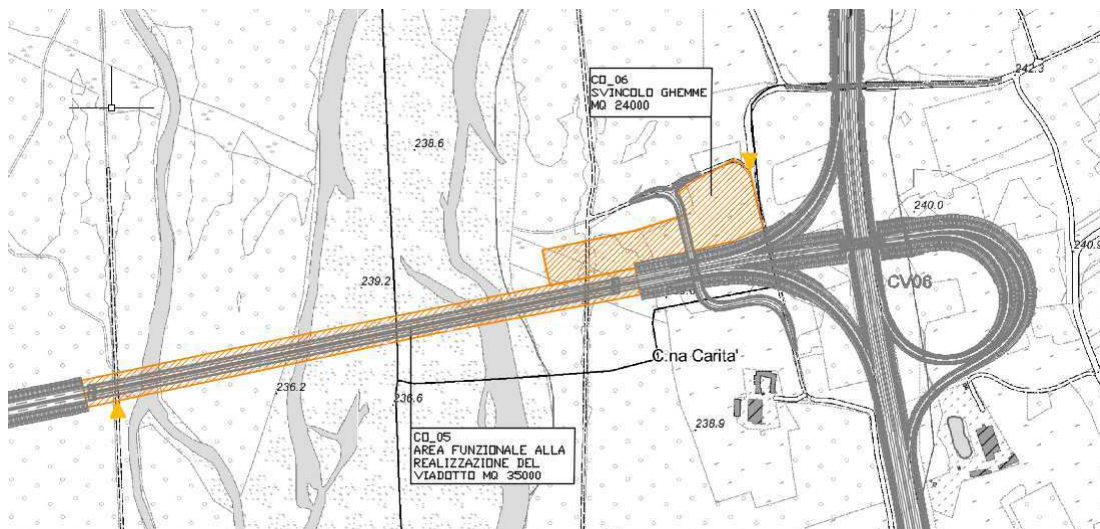
Il cantiere base è stato previsto in un'area interclusa in corrispondenza del nuovo svincolo di Roasio, in posizione pressoché baricentrica rispetto all'intero cantiere infrastrutturale.



Ubicazione cantiere base CB_01

In considerazione dell'estensione dell'intervento, dell'ubicazione delle opere di progetto e del sistema di accessibilità e di mobilità all'interno del cantiere, si prevede la realizzazione di sei cantieri operativi in prossimità delle opere principali, quali viadotti e svincoli, di seguito specificati:

- Cantiere Operativo CO_01: ubicato in prossimità dello svincolo di Masserano, ad inizio tracciato, della dimensione di circa 18000 mq, necessario alle lavorazioni dello svincolo stesso;
- Cantiere Operativo CO_02: ubicato in prossimità dello svincolo di Masserano, ad inizio tracciato, della dimensione di circa 7000 mq, necessario alle lavorazioni dello svincolo stesso;
- Cantiere Operativo CO_03: ubicato in prossimità dello svincolo di Roasio, vicino al cantiere base, della dimensione di circa 5000 mq, necessario alle lavorazioni dello svincolo stesso;
- Cantiere Operativo CO_04: ubicato in prossimità dello svincolo di Gattinara, della dimensione di circa 13000 mq, necessario alle lavorazioni dello svincolo stesso;
- Cantiere Operativo CO_05: ubicato in prossimità dello svincolo di Ghemme a fine tracciato, della dimensione di circa 35000 mq, necessario alle lavorazioni del viadotto previsto;
- Cantiere Operativo CO_06: ubicato in prossimità dello svincolo di Ghemme a fine tracciato, della dimensione di circa 24000 mq, necessario alle lavorazioni dello svincolo stesso.



Ubicazione cantieri operativi CO_05 e CO_06 a servizio del viadotto e dello svincolo di Ghemme.

In generale, le aree di cantiere operativo individuate sono caratterizzate dalla presenza di zone destinate alle diverse attività operative previste e che ospitano le attrezzature necessarie allo svolgersi del lavoro. In ogni cantiere operativo saranno presenti tutti i servizi minimi necessari allo svolgimento delle attività previste, oltre alla sorveglianza, alla sicurezza ed al primo soccorso. Le aree all'interno di un cantiere operativo sono generalmente suddivise per zone omogenee per impiantistica o tipo di attività, e potranno essere organizzate a seconda delle diverse esigenze. All'interno dei cantieri saranno, inoltre organizzate l'area logistica e le aree per lo stoccaggio dei materiali, relativi a tutta l'opera.

4.15.1 Tempistiche per le opere principali

Con riferimento al cronoprogramma allegato al progetto definitivo, il tempo complessivo stimato per la realizzazione dei lavori è pari a 4 anni. In questa sede, sinteticamente, si riportano le tempistiche previste per la realizzazione delle principali opere necessarie alla realizzazione del progetto in esame.

NOME ATTIVITA'	DURATA	ANNO 1												ANNO 2												ANNO 3												ANNO 4											
		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Attività propedeutiche alla cantierizzazione	1 g																																																
Cantierizzazione - allestimento cantieri	160 g																																																
Corpo stradale - asse principale	990 g																																																
VI01 - Ponte Rio Guarabione prog. 28+526.24	150 g																																																
VI02 - Ponte San Giorgio prog. 30+409.12	200 g																																																
VI03 - Ponte Rovasenda	265 g																																																
VI04 - Ponte Torbola	305 g																																																
VI05 - Ponte Marchiazza	315 g																																																
VI06 - Viadotto Sesia	620 g																																																
SV01 - Svincolo Masserano	120 g																																																
CV01 - Cavalcavia S.P. 315	110 g																																																
SV02 - Svincolo Roasio	180 g																																																
CV04 - Cavalcavia S.P. 64	110 g																																																
SV03 - Svincolo Gattinara	240 g																																																
CV05 - Cavalcavia S.P. 594	110 g																																																
SV04 - Svincolo interconnessione A26	330 g																																																
CV06 - Cavalcavia autostradale A26	160 g																																																
Opere di finitura e completamento	350 g																																																

Tempistiche di realizzazione delle opere principali

4.16 Bilancio dei materiali

Dalle analisi effettuate in fase di progettazione si evidenzia una prevalenza di materiali inerti da approvvigionare rispetto alle terre e rocce da scavo.

Le stime prevedono una produzione di materiali di risulta per una volumetria complessiva (considerata in banco) pari a circa 638.328 m³ (circa 776.000 m³ in mucchio) derivante dalle differenti attività di scavo, il riutilizzo interno al progetto è stato possibile solo per il terreno di scotico pari a circa 108.935 m³ in banco (circa 119.800 m³ in mucchio) corrispondente a circa il 17% del materiale di scavo. Il volume di terreno derivante dagli scavi delle fondazioni profonde (pali), pari a circa 14.940 m³ (circa 18.700 m³ in mucchio), è stato destinato al conferimento in impianto di recupero. Il restante terreno in esubero, pari a circa 637.500 m³ in mucchio, si prevede di destinarlo a siti di deposito definitivi esterni al sito in qualità di sottoprodotto (ex D.P.R. 120/2017). Le quantità in mucchio indicate sono state stimate dai volumi di scavo geometrico tenendo conto di un coefficiente di rigonfiamento assunto pari a 1,10 per il terreno di scotico e pari a 1,25 per il restante materiale escavato.

Il fabbisogno complessivo, secondo le stime progettuali, è stimato in circa 2.950.000 m³; tenuto in considerazione il terreno vegetale riutilizzabile nell'ambito del cantiere, pari a 114.122 m³ (geom. ricompattato), l'effettiva volumetria di materiali da approvvigionare dall'esterno è pari a circa 2.850.000 m³.

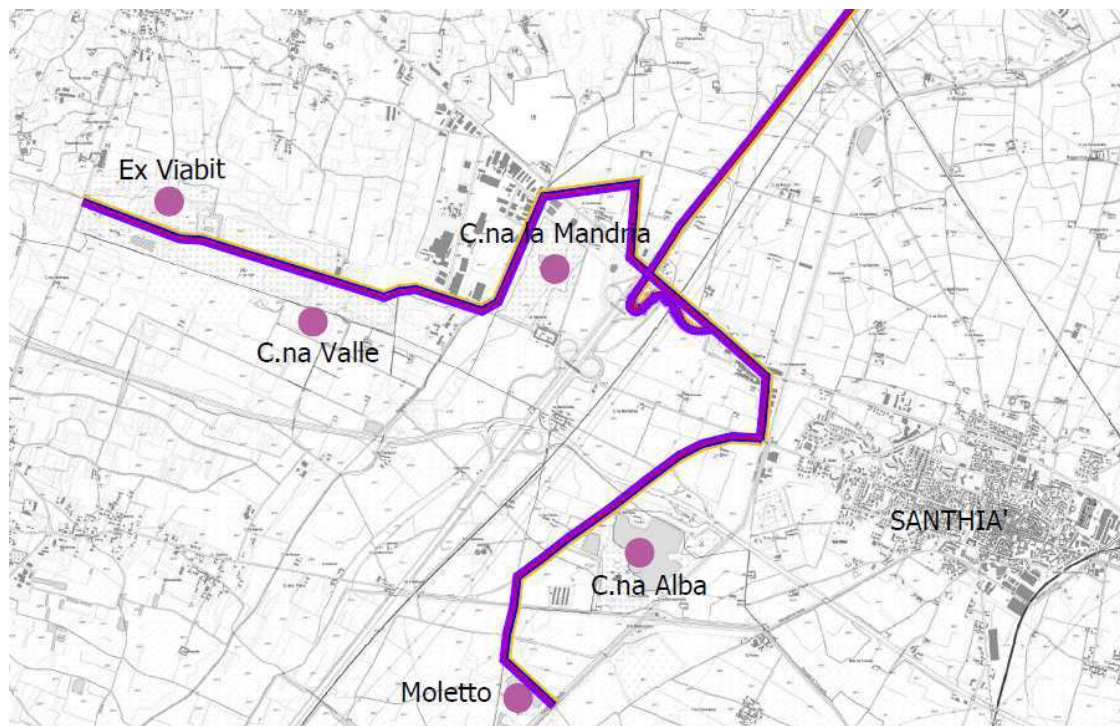
I siti di estrazione individuati ai fini dell'approvvigionamento di materiali inerti, sono di seguito elencati:

- Green Cave s.r.l.:
 - cava in località Cascina La Mandria, nel territorio comunale di Santhia;
 - cava "ex Viabit" in località Valledora, nel comune di Cavaglià.
- Edilcave s.r.l.:
 - cava in località Cascina Valle, nel territorio comunale di Cavaglià;
 - cava in località Cascina Alba, nel comune di Tronzano Vercellese.

Sono stati inoltre previsti n°2 siti di approvvigionamento di riserva, ai quali attingere in caso di impossibilità alla fornitura degli impianti sopra elencati. I siti di riserva individuati sono di seguito elencati:

- n°2 cave in località Moletto, nel comune di Tronzano Vercellese, denominate ex Delta ed ex Fontana, di proprietà di Edilcave Srl;
- cava in località il Sorto, nel comune di Alice Castello (VC), di proprietà della società Gold Cave Srl, che però al momento non dispone di autorizzazione.

Le cave individuate per il progetto in esame, sono ubicate in un'unica area localizzata a sud ovest del tracciato di progetto, ad una distanza di circa 27 km dall'inizio del cantiere (in corrispondenza dello svincolo di Masserano).



Localizzazione dei siti di approvvigionamento

Infine, è stata valutata la possibilità di approvvigionamento anche da inerti di riciclo provenienti da costruzioni e demolizioni. A tale scopo, è stata effettuata una ricerca presso i preposti Servizi delle Province di Vercelli e Biella e presso la Confindustria di Vercelli per individuare gli impianti con potenzialità tali da poter fornire inerti adeguati in termini di quantità e qualità del materiale. La stima delle volumetrie approvvigionabili dagli impianti selezionati ammonta a circa 144.000 m³/anno.

Il materiale di scavo riutilizzabile come sottoprodotto presso siti di deposito definitivi esterni è stimato in circa 637.500 m³ in mucchio, corrispondente a circa 579.550 m³ geometrico ricompattato con un fattore di 1,1, esso sarà per lo più conferito presso gli stessi impianti di fornitura dei materiali inerti, selezionati per l'approvvigionamento.

Dalle informazioni reperite presso i gestori è riportata di seguito la disponibilità volumetrica di ciascuno di essi:

- Green Cave Srl
 - Unità produttiva di Santhia': capacità pari a 105.000 m³;
 - Unità produttiva di Cavaglià: capacità pari a 120.000 m³.
- Edilcave Srl
 - Unità produttiva di Cavaglià: capacità pari a 650.000 m³.
- RM Ricerche Minerarie
 - Unità produttiva di Lozzolo: capacità pari a 170.000 m³.

La disponibilità volumetrica degli impianti selezionati è di gran lunga superiore ai volumi da conferire corrispondente a circa 579.550 m³ geometrico ricompattato.

4.17 Espropri

L'asse principale dell'infrastruttura in progetto si estende per circa 14,9 km ed interessa i seguenti comuni:

- Masserano (Provincia di Biella);
- Brusnengo (Provincia di Biella);
- Roasio (Provincia di Vercelli);
- Lozzolo (Provincia di Vercelli);
- Gattinara (Provincia di Vercelli);
- Ghemme (Provincia di Novara);
- Romagnano Sesia (Provincia di Novara);

Le particelle interessate dalla procedura di esproprio sono 1.663, per una superficie totale interessata da esproprio/asservimento pari a 1.429.573,00 m².

5 Aspetti economico-finanziari del progetto

5.1 Prezzi utilizzati nel CME

Per la valutazione economica dell'intervento il computo metrico estimativo è stato redatto con i prezzi previsti dal Prezzario ANAS 2017 Aggiornamento – Nuove Costruzioni e Manutenzione Straordinaria - e introducendo, ove mancanti, appositi nuovi prezzi.

5.2 Quadro economico

L'importo complessivo dell'intervento ammonta a € 204.250.000,00 così suddivisi:

- Lavori + servizi:	€ 149.800.275,69
- S.a.D.:	€ 32.573.099,11
- O.I.:	€ 21.876.625,20

L'IVA per memoria è pari ad € 36.694.121,30.

Di seguito è riportato il dettaglio del quadro economico:

COLLEGAMENTO TRA L'AUTOSTRADA A4 IN LOC. SANTHIA', BIELLA, GATTINARA E L'AUTOSTRADA A26 IN LOCALITA' GHEMME LOTTO 1
QUADRO ECONOMICO PROGETTO DEFINITIVO

A) Lavori a base di Appalto			
a1	Sommano i Lavori a Corpo e a Misura	€	141.146.250,46
a2	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso	€	8.654.025,23
a3	protocollo di legalità (non soggetto a ribasso)	€	-
a4	Totale lavori più servizi	a1+a2+a3 €	149.800.275,69 € 149.800.275,69
a5	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso	€	8.654.025,23
a6	Importo lavori soggetto a ribasso	a4-a5 €	141.146.250,46
B) Somme a disposizione della stazione appaltante			
b1	Interferenze	€	5.385.000,00
b2	Rilievi , accertamenti ed indagini	€	50.000,00
b3	Allacciamenti ai pubblici servizi	€	100.000,00
b4	Imprevisti	€	4.600.000,00
b5	Acquisizione Aree ed Immobili Imposte di registro, ipotecarie e catastali	€	10.531.713,52
b6	Fondo art. 113 c. 2 D.Lgs. 50/2016	€	-
b7	Spese tecniche per attività di collaudo	0,1502% €	225.000,01
b8	per i Commissari di cui all'art.205 c. 5 e 209 c. 16 D.Lgs. 50/2016	0,10% €	149.800,28
b9	spese per Commissioni giudicatrici art. 77 c. 10 D.Lgs. 50/2016	0,10% €	149.800,28
b10	Copertura assicurativa art.25 c. 4 D.Lgs. 50/2016	€	449.400,83
b11	Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche	€	80.000,00
b11a	Contributo ANAC	€	800,00
b12	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche	€	900.000,00
b13	Spese per domanda di pronuncia di compatibilità ambientale (Già corrisposti)	€	341.557,00
b14	Oneri di legge su spese tecniche	€	20.984,02
b15	Attività di sorveglianza e indagini archeologiche	€	520.000,00
b16	Monitoraggio ambientale	€	1.500.000,00
b17	Compensazione economica taglio boschivo circa 50 ha	€	2.270.000,00
b18	Oneri diritto di escavazione (art. 26 c.3 LR 23/2016)	€	1.300.000,00
b19	Barriere di sicurezza ANAS e corpi illuminanti	€	1.832.696,64
b20	Bonifica ordigni bellici legge 177/12	€	2.166.346,53
b21	Totale Somme a Disposizione		€ 32.573.099,11
C) Oneri d'investimento: quota contributo 12,50% - quota corrispettivo 11,20%			
			€ 21.876.625,20
	Totale Importo Investimento	a4+b20+C	€ 204.250.000,00
D)	IVA per memoria	22% €	36.694.121,30

5.3 Analisi dei Costi/Benefici

La valutazione della fattibilità economica dei progetti è stata effettuata utilizzando i coefficienti e parametri significativi ed i valori monetari unitari indicati nella tabella successiva, applicati ai diversi ambiti analizzati nei paragrafi precedenti: benefici trasportistici, di sicurezza ed ambientali, confrontati con i costi di realizzazione e gestione dell'infrastruttura.

Il tasso di attualizzazione utilizzato per la definizione degli indicatori di sostenibilità economica è pari al 3%, sia per la componente benefici che costi, pari a quello riportato nelle ultime linee guida del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

-	Indicatori trasportistici	
	• passeggeri/veicolo	1,2
	• giorni/anno veicoli leggeri	365
	• giorni/anno veicoli pesanti	365
-	Fattore di conversione medio finanziario -	0,781
-	Valori monetari del tempo	
	• passeggeri su strada	12,00 €/h
	• autocarro equivalente	30,00 €/h
-	Costi di esercizio	
	• autovettura equivalente	0,19 €/autov.km
	• autocarro equivalente	0,79 €/autoc.km
-	Valori monetari sicurezza	
	• incidente con autovettura	5.165,00 €
	• incidente con ferito	25.823,00 €
	• incidente con morto	1.033.000,00 €
-	Valori monetari inquinamento atmosferico	
	• CO extraurbano	0.0004 €/gr
	• CO2 extraurbano	0.0001 €/gr
	• NOx extraurbano	0.0046 €/gr
	• VOC extraurbano	0.0021 €/gr
	• PM extraurbano	0.0795 €/gr

La tabella seguente mostra i benefici ed i costi annui non attualizzati stimati nel corso della vita utile dell'opera, ottenuti a partire dal confronto dei dati giornalieri tra lo scenario di progetto e di riferimento nel corso della vita utile del progetto, e riportando i risultati a valori annui con i coefficienti di espansione e la valorizzazione economica della tabella precedente.

Anno	Benefici/Costi non Attualizzati (€)				
	Costi realizzazione	Costi Manutenzione	Benefici Trasportistici	Benefici Sicurezza	Benefici Ambientali
2019	31.817.765				
2020	47.726.648				
2021	47.726.648				
2022	31.817.765				
2023		515.460	5.774.994	1.325.882	431.123
2024		515.460	6.124.846	1.328.951	439.511
2025		515.460	6.495.466	1.332.028	448.063
2026		515.460	6.888.087	1.335.116	456.783
2027		515.460	7.304.019	1.338.212	465.672
2028		515.460	7.744.651	1.341.318	474.736
2029		515.460	8.211.456	1.344.434	483.976
2030		515.460	8.705.993	1.347.559	493.397
2031		515.460	9.229.917	1.350.693	503.002
2032		515.460	9.784.981	1.353.838	512.795
2033		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2034		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2035		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2036		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2037		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2038		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2039		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2040		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2041		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2042		515.460	10.373.047	1.356.992	522.780
2043		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780
2044		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780
2045		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780
2046		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780
2047		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780
2048		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780
2049		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780
2050		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780
2051		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780
2052		515.460	10.373.047	1.348.705	522.780

Gli indicatori di sostenibilità economica considerati sono:

- Il Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE)– tasso di sconto che rende uguale a zero il valore attualizzato del progetto, inteso come somma dei flussi di cassa attualizzati ottenuti durante la vita utile del progetto (benefici – costi totali);
- il Valore Attuale Netto (VAN) – valore dei flussi di cassa (benefici – costi totali) ottenuti dal progetto nel corso della vita utile attualizzati, anno per anno, con il tasso considerato;
- il rapporto Benefici/Costi al tasso di attualizzazione considerato.

I risultati evidenziano:

- un Saggio di Rendimento Interno – SRIE - pari al 4,52%;
- un VANE, applicando un tasso annuo di attualizzazione del 3%, pari ad € 38.532.444;
- un rapporto tra Benefici e Costi B/C pari a 1,25 al tasso di attualizzazione utilizzato.

risultati che evidenziano la piena Sostenibilità Economica del progetto;

TASSO DI ATTUALIZZAZIONE	r= 4,52%	TASSO DI ATTUALIZZAZIONE	r= 3,00%
BENEFICI ATTUALIZZATI		BENEFICI ATTUALIZZATI	
Variazione Percorrenze	-22.485.662	Variazione Percorrenze	-29.150.172
Variazione Tempo	146.718.935	Variazione Tempo	191.846.527
Inquinamento Stradale	6.866.323	Inquinamento Stradale	8.879.985
Incidentalità	18.625.905	Incidentalità	23.940.185
TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI	149.725.501	TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI	195.516.524
COSTI ATTUALIZZATI		COSTI ATTUALIZZATI	
COSTRUZIONE	115.932.491	COSTRUZIONE	119.554.621
MANUTENZIONE	6.786.123	MANUTENZIONE	8.593.578
TOTALE COSTI ATTUALIZZATI	149.725.501	TOTALE COSTI ATTUALIZZATI	156.984.080
VALORE ATTUALE NETTO	0	VALORE ATTUALE NETTO	38.532.444

5.4 Copertura finanziaria

L'intervento, previsto nel C.d.P. 2016-2020 come unione degli interventi TO313 e TO314, è finanziato rispettivamente per:

- **79,55 milioni di euro** su TO313 a valere su fondi statali assegnati alla Regione Piemonte ai sensi:
 - dell'art.1, comma 212 della **Legge n.228 del 24/12/2012**, "*Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (Legge di stabilità 2013*", sull'asse autostradale "Pedemontana Piemontese",
 - dell'art.3, comma 2, lett. c) della **Legge n.164 dell'11/11/2014**, "*Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 11 settembre 2014, n. 133, Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive*", subordinandolo al rispetto di obbligazioni giuridicamente vincolanti ivi previste;

che assegnava inizialmente 80 milioni di euro, che successivamente sono stati rimodulati nei definitivi 79,55 milioni di euro dai seguenti decreti:

- D.I. MIT/MEF n. 498 del 14/11/2014;
- D.I. MIT/MEF n. 82 del 4/3/2015;

- D.I. MIT/MEF n. 426 del 13/9/2017,
- **124,7 milioni di euro** (su TO314) derivanti dalla Delibera CIPE n.54 dell'1/12/2016 contenente il Piano Operativo Fondo Sviluppo e Coesione Infrastrutture 2014-2020 (di cui alla Legge n.190 del 23/12/2014) con l'assegnazione del Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020 alla Regione Piemonte previsto nella Delibera CIPE n.25 del 10/8/2016.

5.5 Tempi di esecuzione

La realizzazione dell'opera è stimata in un periodo di 1.441gg. naturali e consecutivi comprensivi di giorni stagionali sfavorevoli.

All'interno del cronoprogramma lavori si è considerata la settimana lavorativa costituita da 6 gg. In tal modo la durata in termini di giorni di lavorativi effettivi è stimata in 1.241 gg.