



Coordinamento Territoriale Nord Est
 Area Compartimentale Emilia Romagna
 Viale A. Masini, 8 - 40126 Bologna T [+39] 051 6301111 - F [+39] 051 244970
 Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it - www.stradeanas.it

Anas S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
 Società con socio unico soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A.
 e concessionaria ai sensi del D.L. 138/2002 (convertito con L. 178/2002)
 Sede Legale: Via Monzambano, 10 - 00185 Roma T [+39] 06 44461 - F [+39] 06 4456224
 Pec anas@postacert.stradeanas.it
 Cap. Soc. Euro 2.269.892.000,00 Iscr. R.E.A. 1024951 P.IVA 02133681003 C.F. 80208450587

PROVINCIA DI PIACENZA

Visto:

IL RESPONSABILE STRUTTURA TECNICA
 PROGETTAZIONE ANAS
 (Dott. Ing. Annalisa Lamberti)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
 (Dott. Ing. Mario Liberatore)

S.S. 45 "Val di Trebbia"

Tronco dal km.62+000 al km.95+000

**LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA
 E DI MIGLIORAMENTO DELLA S.S.45, DAL
 km. 62+000 AL km. 95+000 IN TRATTI
 SALTUARI, MEDIANTE ADEGUAMENTI DELLE
 BARRIERE DI SICUREZZA E DEI DISPOSITIVI
 DI PROTEZIONE DA CADUTA MASSI**

STRALCIO 1

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione generale

TAVOLA

A.1

SCALA

IL PROGETTISTA

STIGEA s.r.l.

Dott. Ing. Stefano Cassarini

Stefano Cassarini



REDATTO:

Dott. Ing. Marco Bolognesi

CONTROLLATO:

Dott. Ing. Stefano Cassarini

APPROVATO:

Dott. Ing. Annalisa Lamberti

REVISIONE	n.	data	descrizione
	0	24-08-15	Emissione
	1	26-09-16	Revisione
	2	06-03-17	Revisione
	3	04-08-17	Revisione
	4	20-10-17	Revisione
	5	03-09-18	Revisione
6	07-11-18	Revisione	

Progetto n. 8748 del 02/10/2015

Sommario

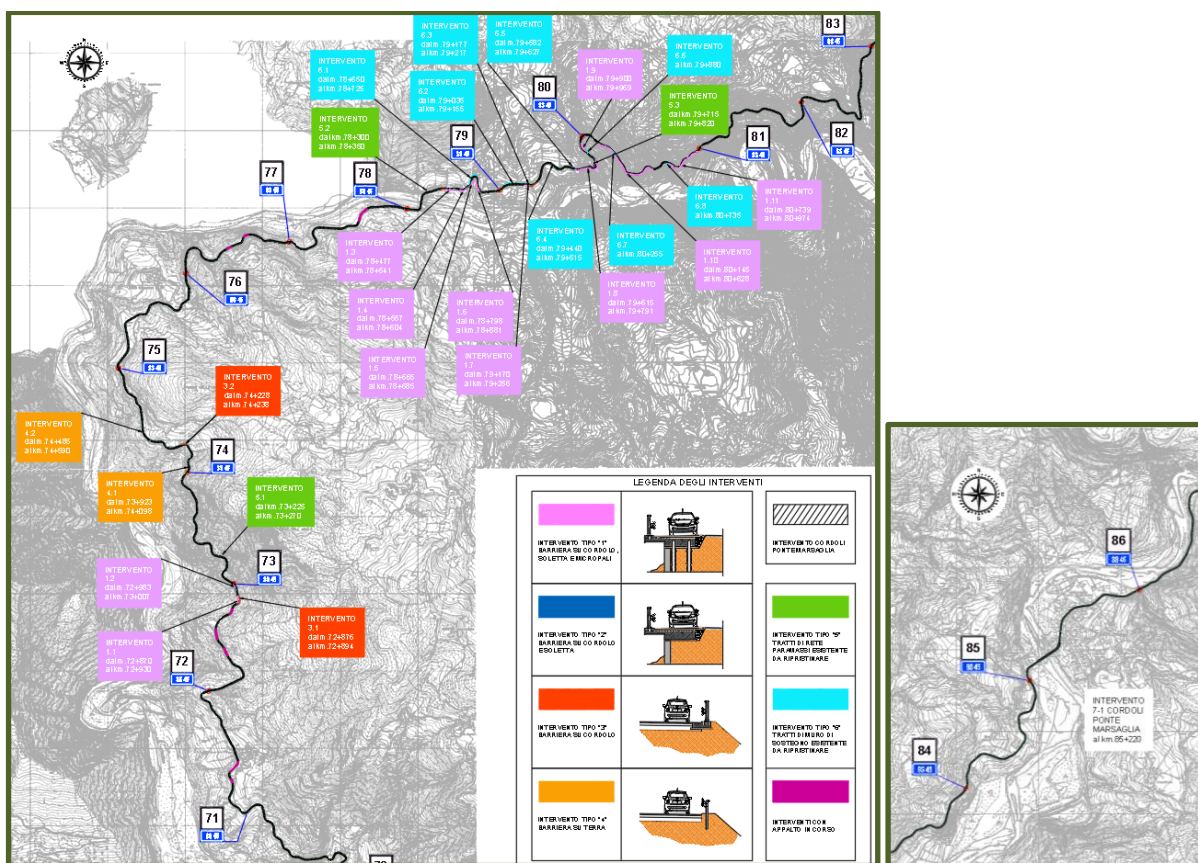
1	PREMESSE.....	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	5
3	INDAGINI PRELIMINARI.....	7
3.1	Rilievo topografico e stato di fatto.....	7
3.1.1	<i>Descrizione della campagna di rilievo topografico.....</i>	<i>11</i>
3.2	Considerazioni relative al Ponte di Marsaglia.....	11
3.3	Campagna di rilievi geognostici.....	17
3.3.1	<i>Descrizione della campagna di indagine geognostica.....</i>	<i>20</i>
3.4	Bonifica preliminare da Ordigni Bellici B.O.E.	22
3.5	Sede stradale attuale.....	22
4	ASPETTI IDRAULICI.....	23
5	GEOLOGIA E GEOTECNICA.....	24
6	DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI PREVISTE.....	25
6.1	Definizione del tipo di Barriere di sicurezza.....	25
6.1.1	<i>Dati di traffico e determinazione del TGM.....</i>	<i>25</i>
6.1.2	<i>Individuazione della tipologia di barriera.....</i>	<i>29</i>
6.1.3	<i>Lunghezza di funzionamento.....</i>	<i>30</i>
6.1.4	<i>Elementi terminali e di transizione.....</i>	<i>31</i>
6.2	Descrizione degli Interventi tipologici.....	31
6.2.1	<i>Intervento Tipo I.....</i>	<i>35</i>
6.2.1.1	<i>Sezione dell'intervento corrente.....</i>	<i>35</i>
6.2.1.2	<i>Sezione dell'intervento singolare.....</i>	<i>38</i>
6.2.2	<i>Intervento Tipo III.....</i>	<i>40</i>
6.2.3	<i>Intervento Tipo IV.....</i>	<i>42</i>
6.2.4	<i>Intervento Tipo V.....</i>	<i>43</i>

6.2.5	<i>Intervento Tipo VI</i>	44
6.2.6	<i>Intervento Tipo VII</i>	45
6.3	Opere idrauliche	48
6.4	Pavimentazioni	49
6.5	Geometria stradale e Segnaletica orizzontale e verticale	50
6.5.1	<i>Segnaletica orizzontale</i>	50
6.5.2	<i>Segnaletica verticale</i>	51
7	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	51
8	TEMPI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	54
9	QUADRO ECONOMICO	56

1 PREMESSE

Il progetto in argomento prevede le seguenti n.6 tipologie di lavorazione insistenti sulla piattaforma stradale della S.S.45 “Val di Trebbia” :

- **Intervento Tipo I** : Ripristino barriera di sicurezza bordo strada (tipo H2 BP) mediante esecuzione di soletta in c.a. con cordolo su micropali in corrispondenza dell’eventuale sommità dell’opera di sostegno esistente;
- **Intervento Tipo III** : Ripristino barriera di sicurezza bordo strada (tipo H2 BP) mediante esecuzione di cordolo in c.a. in corrispondenza del ciglio stradale;
- **Intervento Tipo IV** : Ripristino barriera di sicurezza bordo strada mediante eventuale sostituzione dell’elemento posto a margine con barriere H2 BL, in corrispondenza del ciglio stradale;
- **Intervento Tipo V** : Ripristino reti paramassi metalliche esistenti;
- **Intervento Tipo VI** : Ripristino opere di sostegno esistenti in pietrame e/o c.a.;
- **Intervento Tipo VII** : Ponte Marsaglia: adeguamento del cordolo per la sostituzione della barriera metallica e del parapetto.



Corografia

Si riporta, nel seguito, l’elenco, su base chilometrica progressiva, di tutti gli interventi previsti :

1	Int.S 1.1.1 - km.72+870 - 72+930
2	Int.S 1.1.2 - km.72+983 - 73+007
3	Int.S 1.1.3 - km.78+477 - 78+54
4	Int.S 1.1.4 - km.78+557 - 78+604
5	Int.S 1.1.5 - km.78+665 - 78+685
6	Int.S 1.1.6 - km.78+798 - 78+881
7	Int.S 1.1.7 - km.79+170 - 79+256
8	Int.S 1.1.8 - km.79+615 - 79+791
9	Int.S 1.1.9 - km.79+900 - 79+969
10	Int.S 1.1.10 - km.80+145 - 80+628
11	Int.S 1.1.11 - km.80+739 - 80+974
12	Int.S 1.1.12 - km.80+000 - 80+074 - STRALCIATO
13	Int.S 1.3.1 - km.72+876 - 72+894
14	Int.S 1.3.2 - km.74+228 - 74+238
15	Int.S 1.4.1 - km.73+923 - 74+098
16	Int.S 1.4.2 - km.74+485 - 74+590
17	Int.S 1.5.1 - km.73+225 - 73+270
18	Int.S 1.5.2 - km.78+300 - 78+350
19	Int.S 1.5.3 - km.79+715 - 79+820
20	Int.S 1.6.1 - km.78+650 - 78+725
21	Int.S 1.6.2 - km.79+035 - 79+155
22	Int.S 1.6.3 - km.79+177 - 79+217
23	Int.S 1.6.4 - km.79+440 - 79+515
24	Int.S 1.6.5 - km.79+582 - 79+627
25	Int.S 1.6.6 - km.79+880 - 79+889
26	Int.S 1.6.7 - km.80+255 - 80+266.50
27	Int.S 1.6.8 - km.80+735 - 80+746.50
28	Int.S 1.7.1 - Ponte Marsaglia - km.85+220 - 85+400

N.B. :

il primo codice numerico nell'elencazione sopra riportata (dopo S1) individua la tipologia di intervento relativamente alla numerazione romana posta all'inizio del presente paragrafo.

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le normative adottate sono le seguenti :

- ◆ **Norme tecniche per le Costruzioni 2008 - D.M. 14/01/2008, pubblicato sulla G. U. del 04/02/08**
- ◆ **Circolare 2 febbraio 2009, n. 617**
Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- ◆ *D. M. 18 febbraio 1992 n. 223*
Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.
- ◆ *D. M. 3 giugno 1998 n. 3256*
Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione.
- ◆ *D.M. 5 novembre 2001 e s.m.i.*
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- ◆ *D. M. 21 giugno 2004, n. 2367*
Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale.
- ◆ *Direttiva 25 agosto 2004, n. 3065*
Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
- ◆ *D.M. 19 aprile 2006*
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.
- ◆ *Circolare Ministeriale 15 novembre 2007 n. 000104862/RU/U*
Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21 giugno 2004, n. 2367
- ◆ *Circolare Ministeriale 21 luglio 2010 n. 0062032*
Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
- ◆ *Circolare Ministeriale 05 ottobre 2010 n. 0080173*
Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale.
- ◆ *D.M. 28 giugno 2011 n. 11A12873*
Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale.
- ◆ *UNI – EN 1317 - 2*

Barriere di sicurezza stradali – Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d’urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza.

◆ *UNI – EN 1317 - 3*

Barriere di sicurezza stradali – Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d’urto.

◆ *UNI – EN 1317 - 4*

Barriere di sicurezza stradali – Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d’urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza.

◆ *UNI – EN 1317 – 5:2007+A1:2008 e s.m.i.*

Barriere di sicurezza stradali – Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di contenimento veicoli.

3 INDAGINI PRELIMINARI

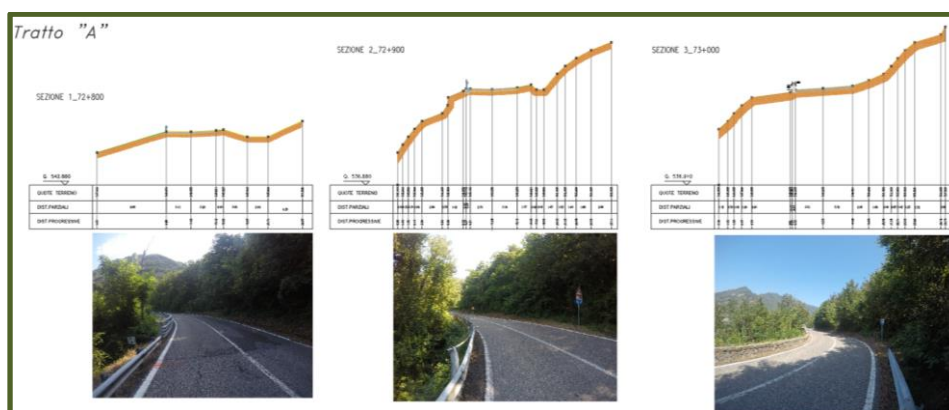
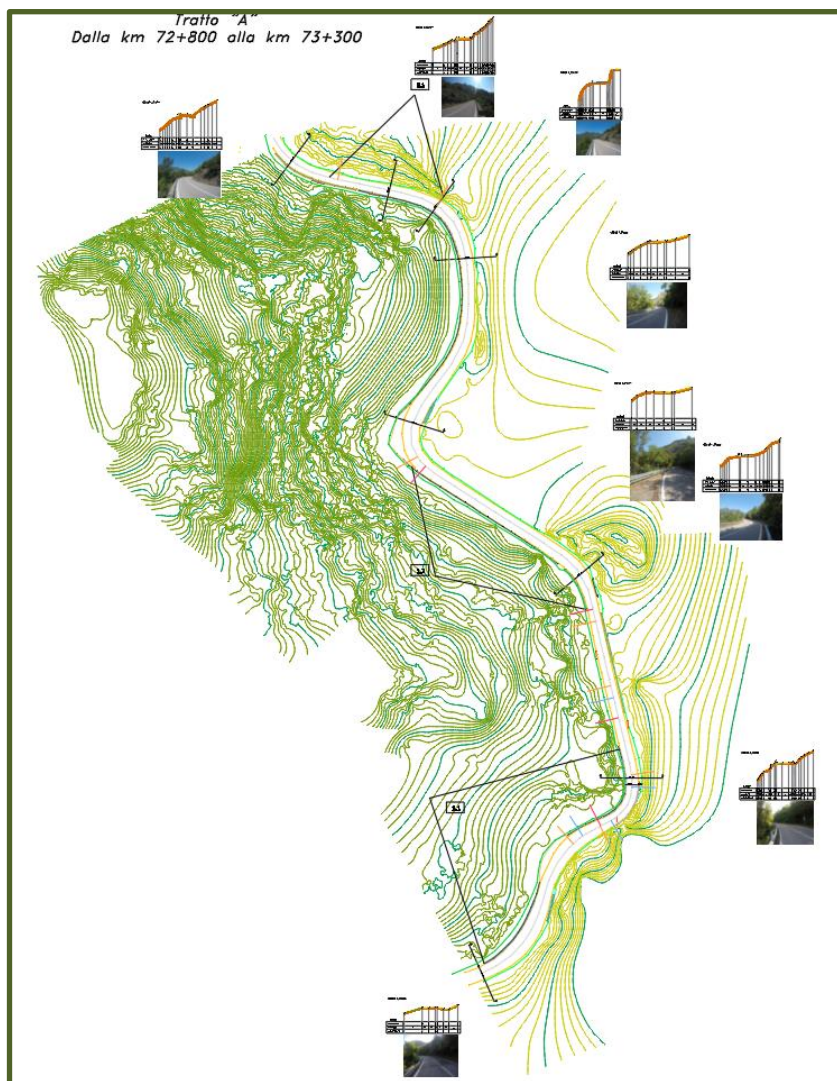
3.1 RILIEVO TOPOGRAFICO E STATO DI FATTO

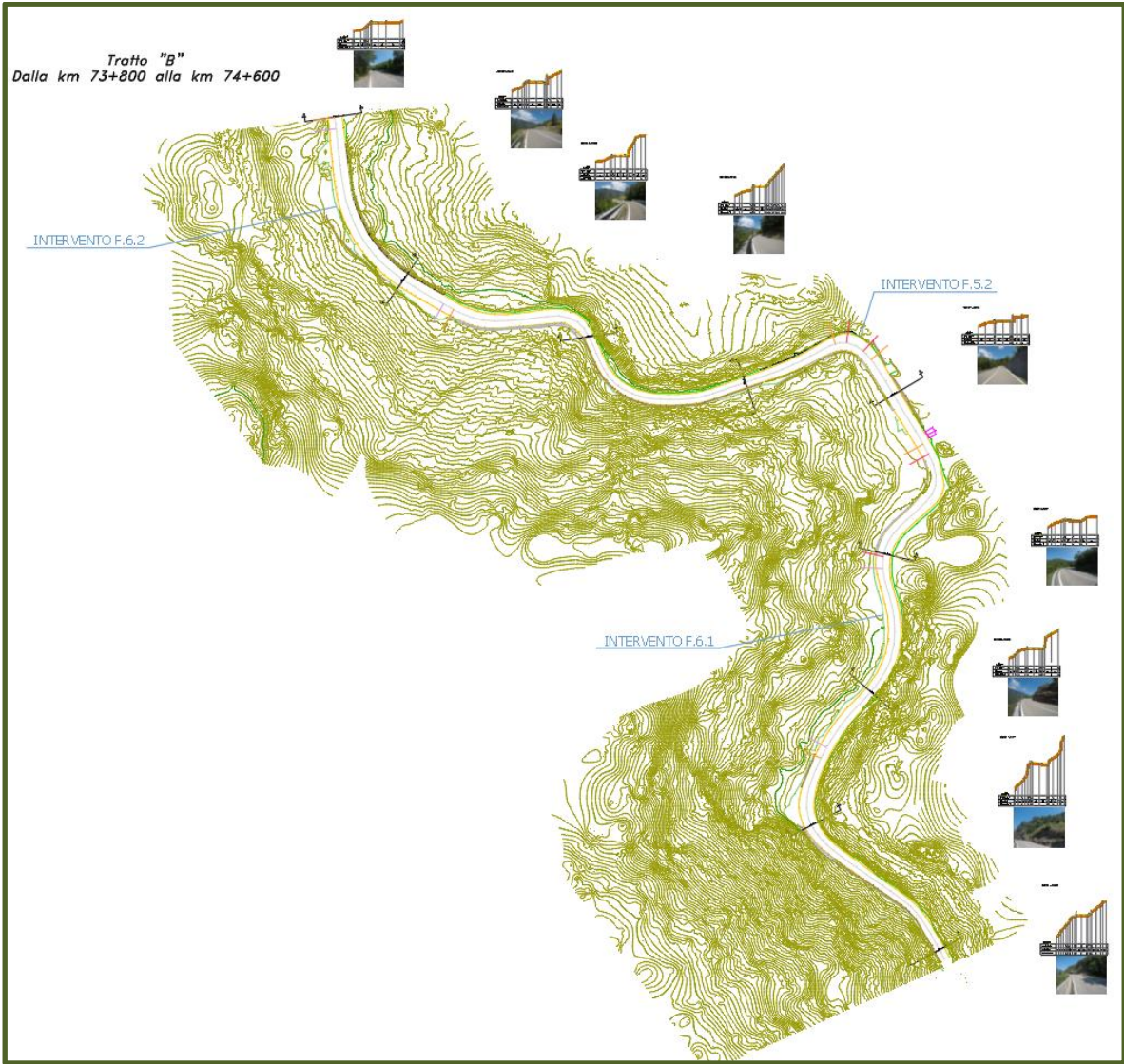
E' stato eseguito, da parte di TECNOLAB S.r.l. di Ortona (CH), un accurato rilievo topografico celerimetrico supportato da nuvole di punti rilevate con la moderna metodologia dei voli con drone controllato con appoggio alle rete GPS.

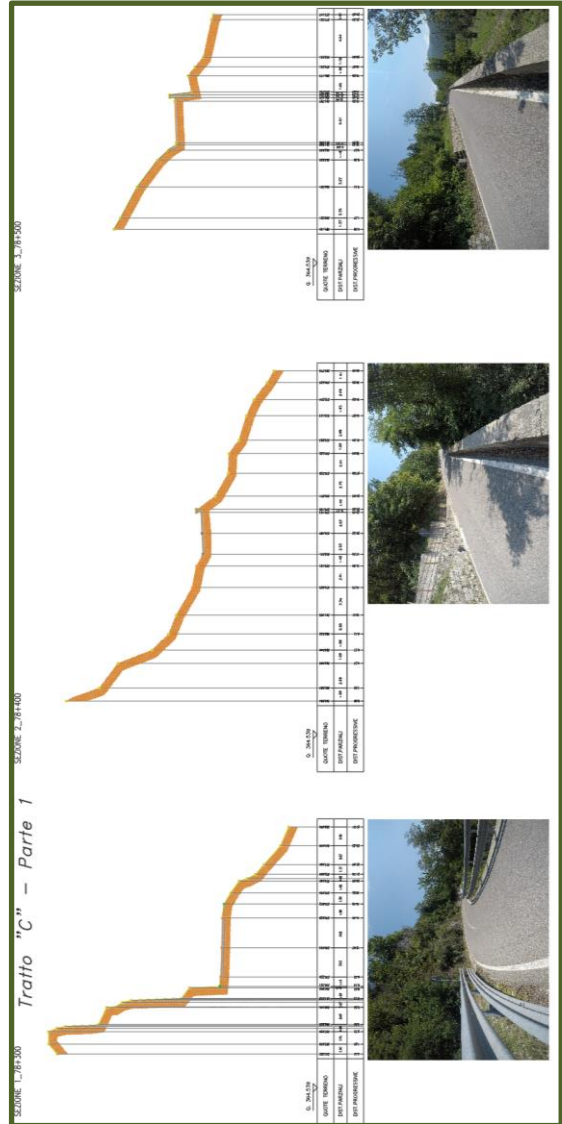
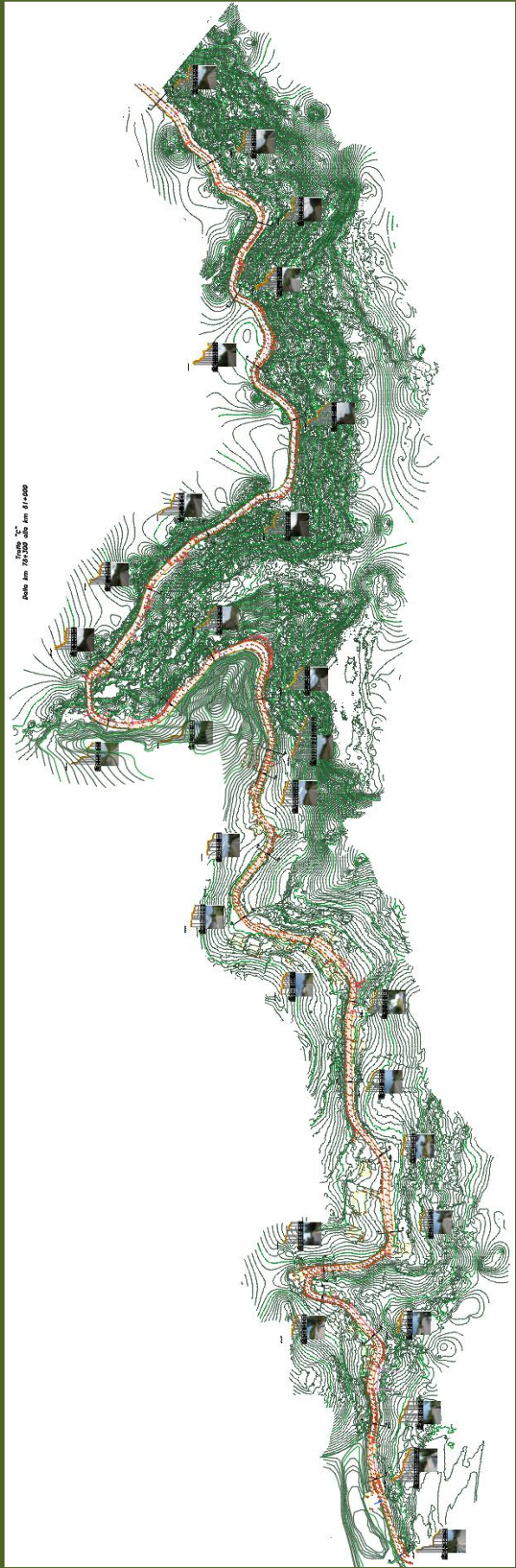
La restituzione, divisa in 4 macro aree, comprende un modello digitale del terreno 3D (curve di livello e punti), immagini aree e sezioni.

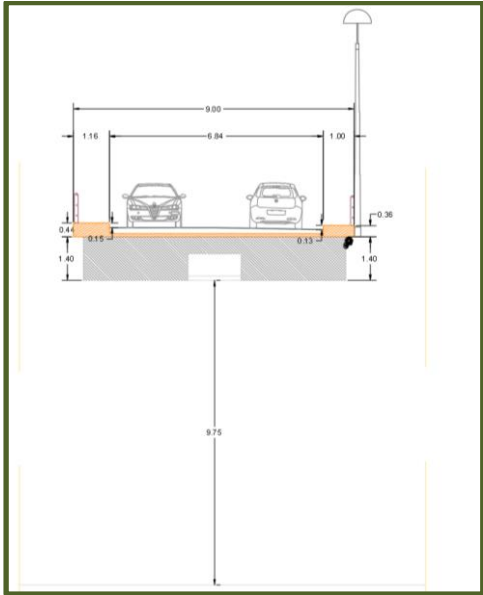
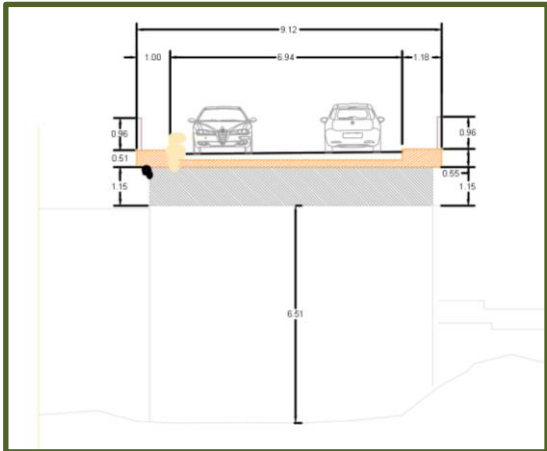
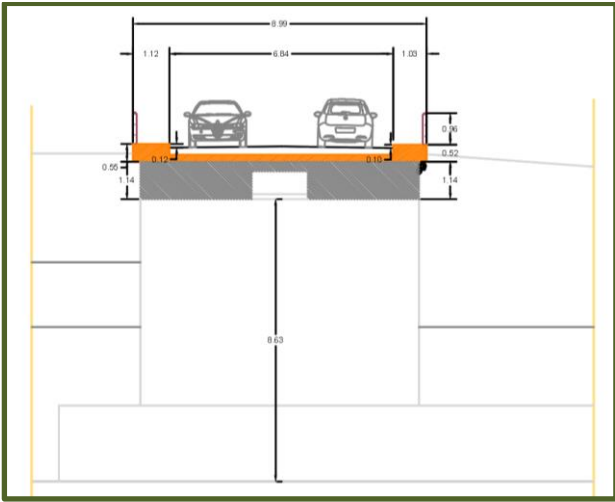
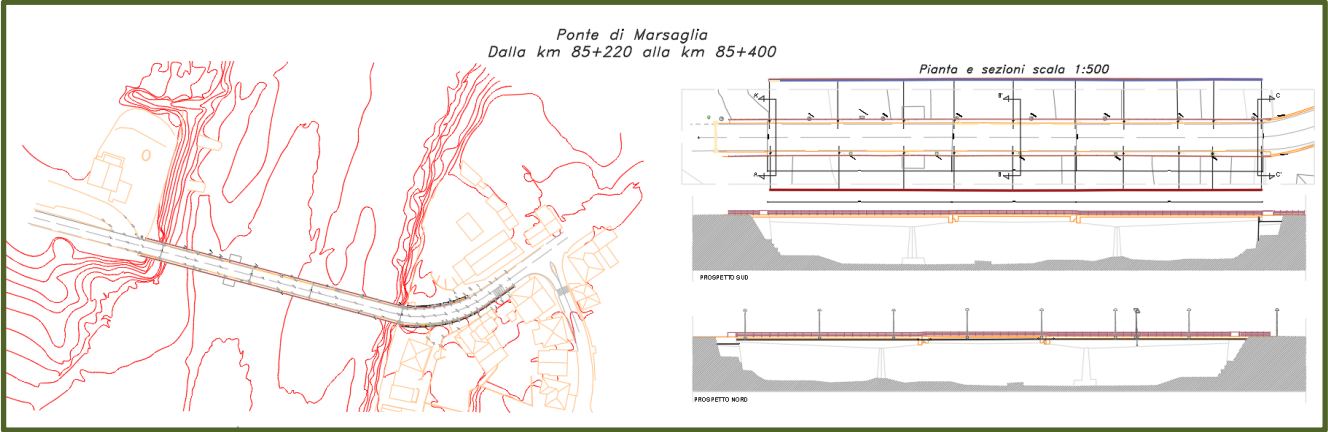
I tratti di rilievo sono i seguenti :

- **Tratto A** dalla km. 72+800 alla km. 73+300
- **Tratto B** dalla km. 73+800 alla km. 74+600
- **Tratto C** dalla km. 78+300 alla km. 81+000
- **Ponte di Marsaglia** dalla km. 85+220 alla km. 85+400









3.1.1 Descrizione della campagna di rilievo topografico

Come precedentemente riportato, il rilievo topografico celerimetrico è stato condotto utilizzando una tecnica mista, costituita sia da rilievo a terra con strumenti dotati di GPS di precisione, sia utilizzando strumentazioni a stazione totale sia infine utilizzando rilievo fotogrammetrico eseguito da una apparecchiatura a pilotaggio remoto (denominato S.A.P.R. - Sistema Aereomobile a Pilotaggio Remoto, generalmente riconosciuto come Drone).

L'obiettivo è stato quello di restituire le informazioni rilevate dal drone ma verificate e tarate a terra dal rilievo celerimetrico eseguito utilizzando appositi punti di misura (target) appositamente predisposti sul terreno ed in corrispondenza di punti di controllo.

Si è quindi ottenuto un rilievo tridimensionale georeferenziato complessivo dell'intero tratto interessato dai lavori, con la precisione adeguata e con i controlli condotti attraverso i punti a terra rilevati celerimetricamente.

Si rimanda per una più approfondita e dettagliata descrizione del metodo utilizzato e dei risultati ottenuti, all'allegata relazione tecnica redatta dallo studio topografico "Tecnolab s.r.l." di Ortona (Chieti).

3.2 CONSIDERAZIONI RELATIVE AL PONTE DI MARSAGLIA

Il ponte di Marsaglia, risalente al biennio 1958-1959, ha uno schema statico a travata Gerber a tre luci. La luce complessiva è di 120.00 m (campate laterali da 35.00 m e centrale da 50.00 m) e la sezione trasversale consta di una carreggiata bitumata di 7.00 m e n.2 marciapiedi da 1.00 m per complessivi 9.00 m (soletta spessore 15 cm).

Si riporta uno stralcio del progetto originario del Prof. Ing. Riccardo Morandi; la tecnologia costruttiva adottata è il cassone in c.a. gettato in opera post-teso mediante cavi armonici scorrevoli posti entro guaine metalliche. Si riporta un articolo dell'epoca.

Pont sur le Trebbia à Marsaglia (Piacenza)

Projeteur: Prof. Ing. Riccardo Morandi

Bridge on the Trebbia river at Marsaglia (Piacenza)

Designer: Prof. Ing. Riccardo Morandi



Ponte sul Trebbia a Marsaglia (Piacenza)

Progettista: Prof. Ing. Riccardo Morandi

Periodo di costruzione: dal 1958 al 1959

Schema statico: travata Gerber a tre luci.

Numero delle campate: 3

Luce netta delle campate:

- centrale: 50,00 m
- laterali: 35,00 m

Lunghezza totale del ponte: 120,00 m

Larghezza del ponte: una carreggiata di ml 7,00 e due marciapiedi di ml 1,00 ciascuno, per un totale di ml 9,00

Spessore del ponte in chiave alla campata centrale: 1,60 m

Spessore del ponte in chiave alle campate laterali: 2,40 m

Spessore del ponte alle imposte: 2,30 m

Spessore della soletta: 15 cm

Numero delle travi affiancate: 4

Numero dei trasversi:

- campata centrale: 9
- campate laterali: 8

Composizione dei cavi: 18 o 7

Tensione iniziale nei fili: 115 Kg/mm²

Tensione di esercizio nei fili: 90 Kg/mm²

Caduta totale di tensione prevista: 25 Kg/mm²

Sforzo di ciascun cavo in esercizio: 400 Kg

Sforzo massimo di compressione nel calcestruzzo, in esercizio: 146 Kg/cm²

Sforzo massimo di trazione nel calcestruzzo: 8 Kg/cm²

Carico di rottura cubico del calcestruzzo della struttura precompressa: 450 Kg/cm²

Carico di rottura nell'acciaio adoperato: 165 Kg/mm²

Materiali adoperati:

- calcestruzzo per strutture precomprese: 530 m³
- ferro omogeneo per strutture precomprese: 33.900 Kg
- numero totale dei cavi: 152, per ml complessivi 4.296 e Kg 26.800

Altri dati e notizie:

Il ponte attraversa il fiume con due luci laterali di ml 35,00 e una luce centrale di ml 50,00 risultante di due sbalzi di ml 10,00 e di una trave portata isostatica di ml 30,00.

Il ponte è stato concepito allo scopo di ottenere un alto coefficiente di efficienza idraulica per il limitato ingombro verticale della travata e delle pile.

La struttura portante è costituita da 4 nervature longitudinali a cassone chiuso delle seguenti caratteristiche:

- a) La trave-portata di ml 30,00 ha estradosso rettilineo e intradosso sagomato a spiovente, con altezza massima di ml 1,50 e minima di ml 1,30. Manca la soletta di intradosso.
- b) Le travi con sbalzi, della lunghezza di ml 35,00 più ml 10,00 di sbalzo, hanno struttura completamente scatolare con solette in calcestruzzo superiori ed inferiori. Intradosso sagomato con altezza variabile da ml 1,30 sulla seggiola Gerber a ml 2,40 sull'appoggio della pila ed altro spiovente sulla luce maggiore da ml 2,40 a ml 2,30.

Per entrambi le travi a) e b) la rigidità torsionale alle azioni dissimmetriche del carico è assicurata da una numerosa serie di trasversi irrigidenti.

Committente: A.N.A.S. - Azienda Nazionale Autonoma delle Strade Statali

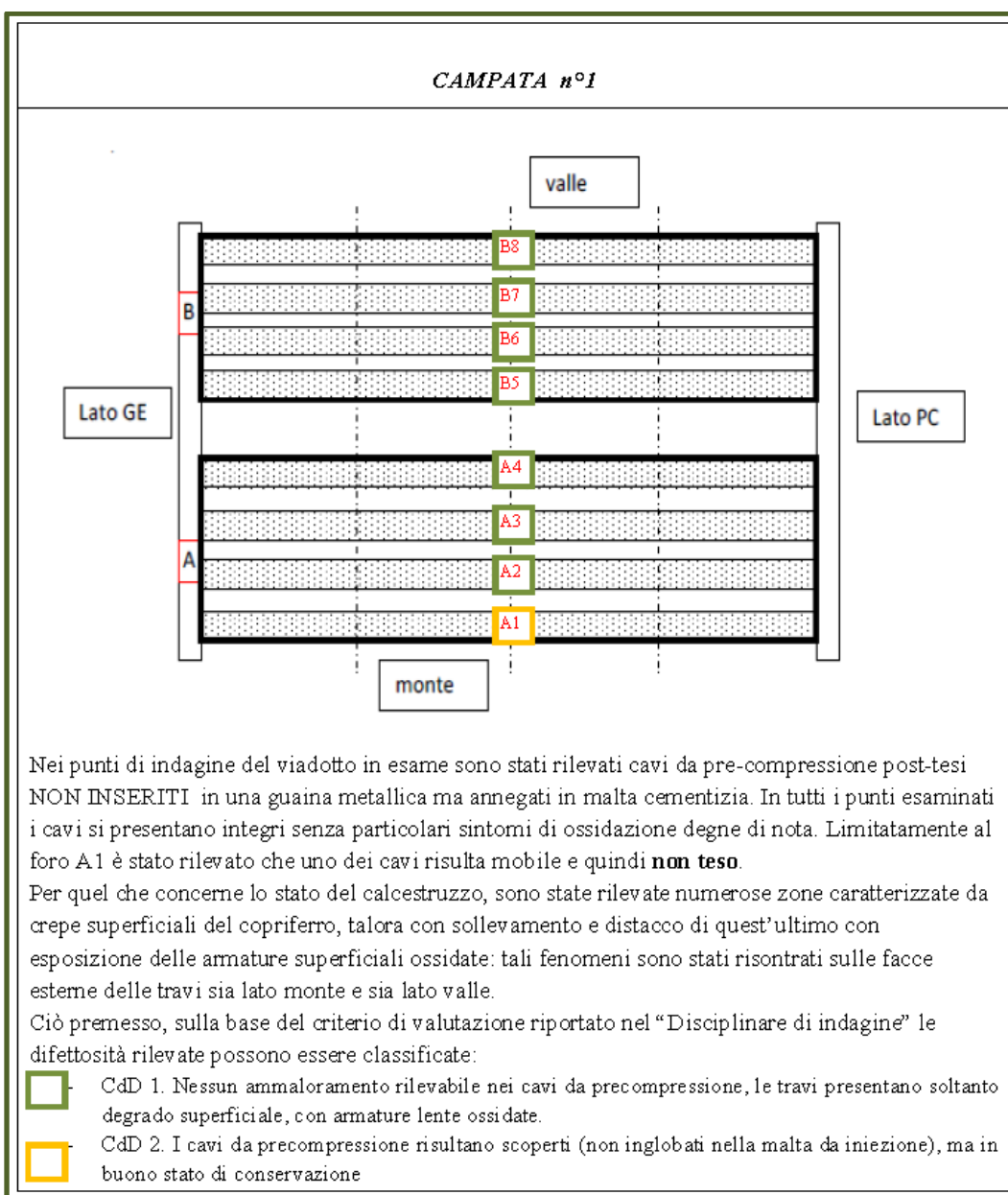
Impresa: S.P.A.E.R. (Roma)

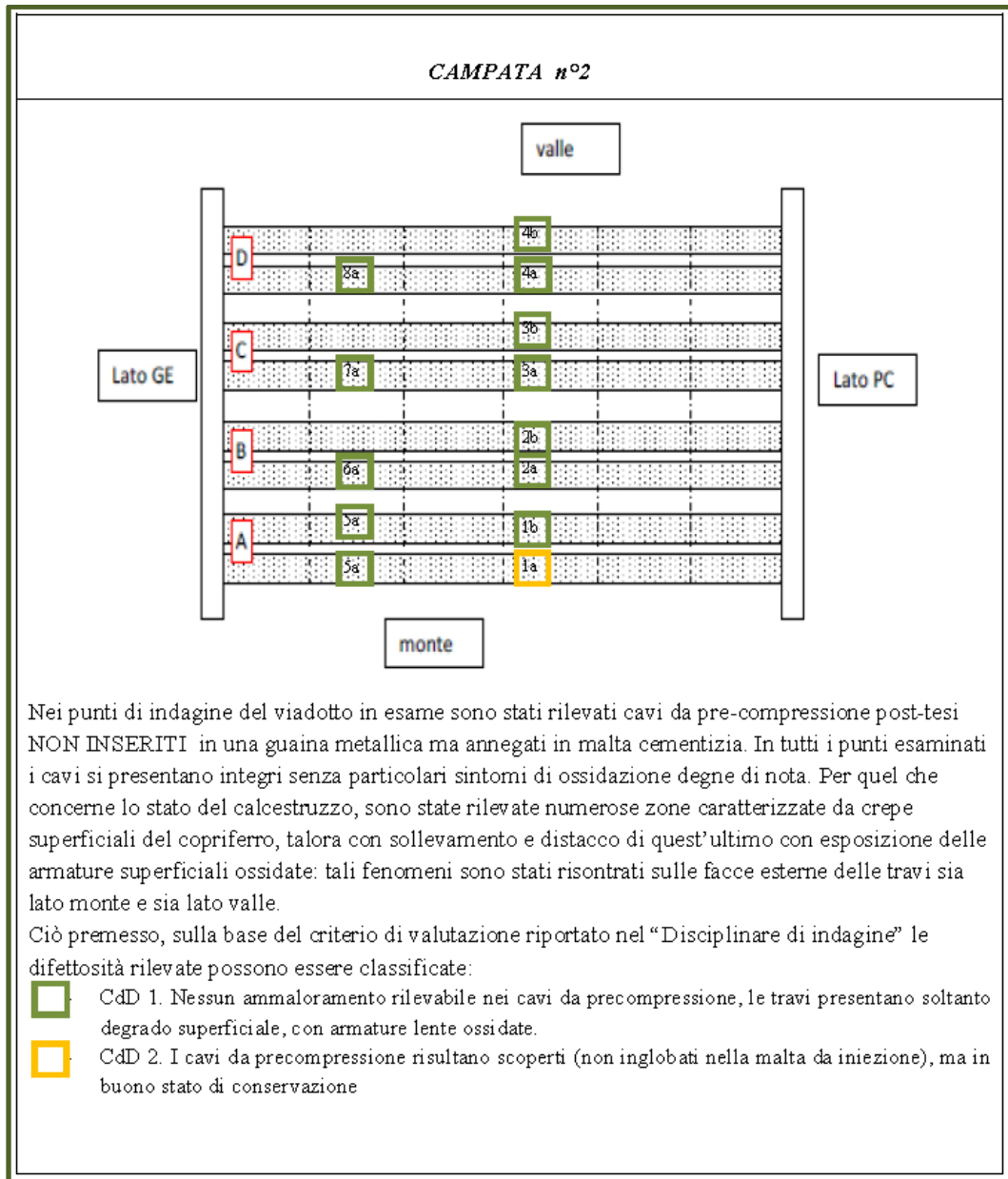
Brevetto di precompressione: Morandi

E' stata condotta dal Laboratorio Geotecnologico Emiliano S.r.l. (su incarico ANAS) una campagna di indagini (18/11/2014) per l'esecuzione di ispezioni profonde dell'impalcato del Viadotto "Marsaglia" relativamente allo stato di conservazione della struttura portante (calcestruzzo e acciaio).



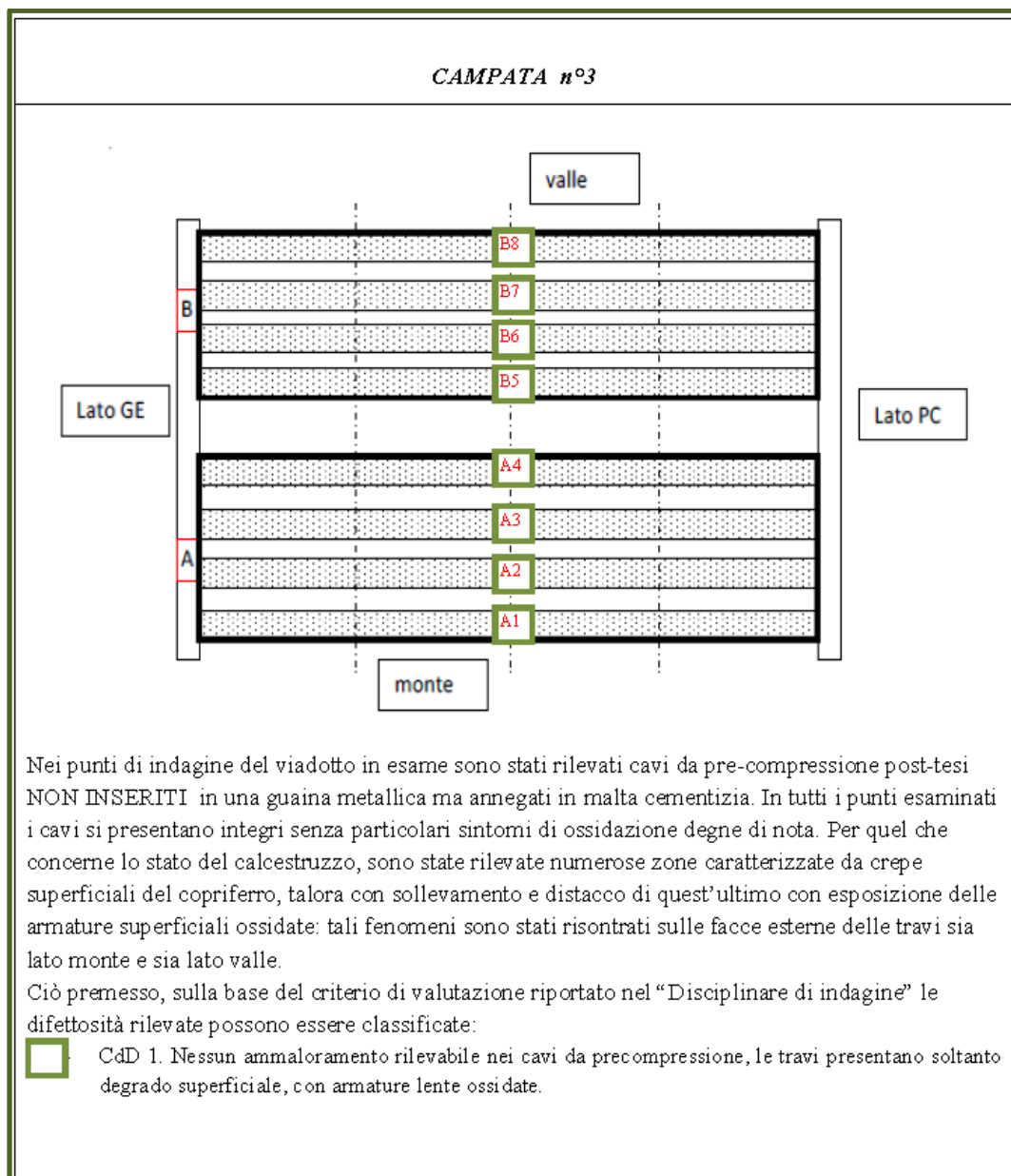
E' stato eseguito il controllo a campione dei calcestruzzi e delle armature post tese con i seguenti risultati :





E' stato eseguito il carotaggio delle travi in c.a. con i seguenti risultati :

- Carota 5 trave A a L/2 = 54,0 MPa
- Carota 6 trave B a L/2 = 51,4 MPa
- Carota 1 trave B a L/2 = 62,3 MPa
- Carota 2 trave A a L/2 = 60,1 Mpa
- Carota 3 trave A a L/3 = 38,4 MPa
- Carota 4 trave B a L/2 = 37,0 MPa



In conclusione si evidenzia un stato mediocre delle superfici di calcestruzzo mentre i cavi metallici risultano non corrosi e in parte non inseriti nella guaina protettiva.

Per altro il presente progetto è relativo solo al ripristino dei cordoli laterali per le nuove barriere di sicurezza, e non entra nel merito di valutazioni statiche relativamente alla struttura del ponte, agli appoggi, ai giunti e alle seggiole Gerber oltre che dello stato corticale del calcestruzzo costituente l'opera.

3.3 CAMPAGNA DI RILIEVI GEGNOSTICI

E' stato eseguita una campagna di rilievi geognostici lungo la Strada Statale in corrispondenza degli interventi progettuali più significativi.

Lo studi geologico è stato redatto, su incarico di Anas S.p.A., dallo Studio Mattioli s.r.l. di Bologna con indagini eseguite dalla ditta "Cam Perforazioni s.r.l." di Pesaro ed utilizzando anche indagini pregresse eseguite dalla ditta Grenti S:p.A. di Solignano (Parma).

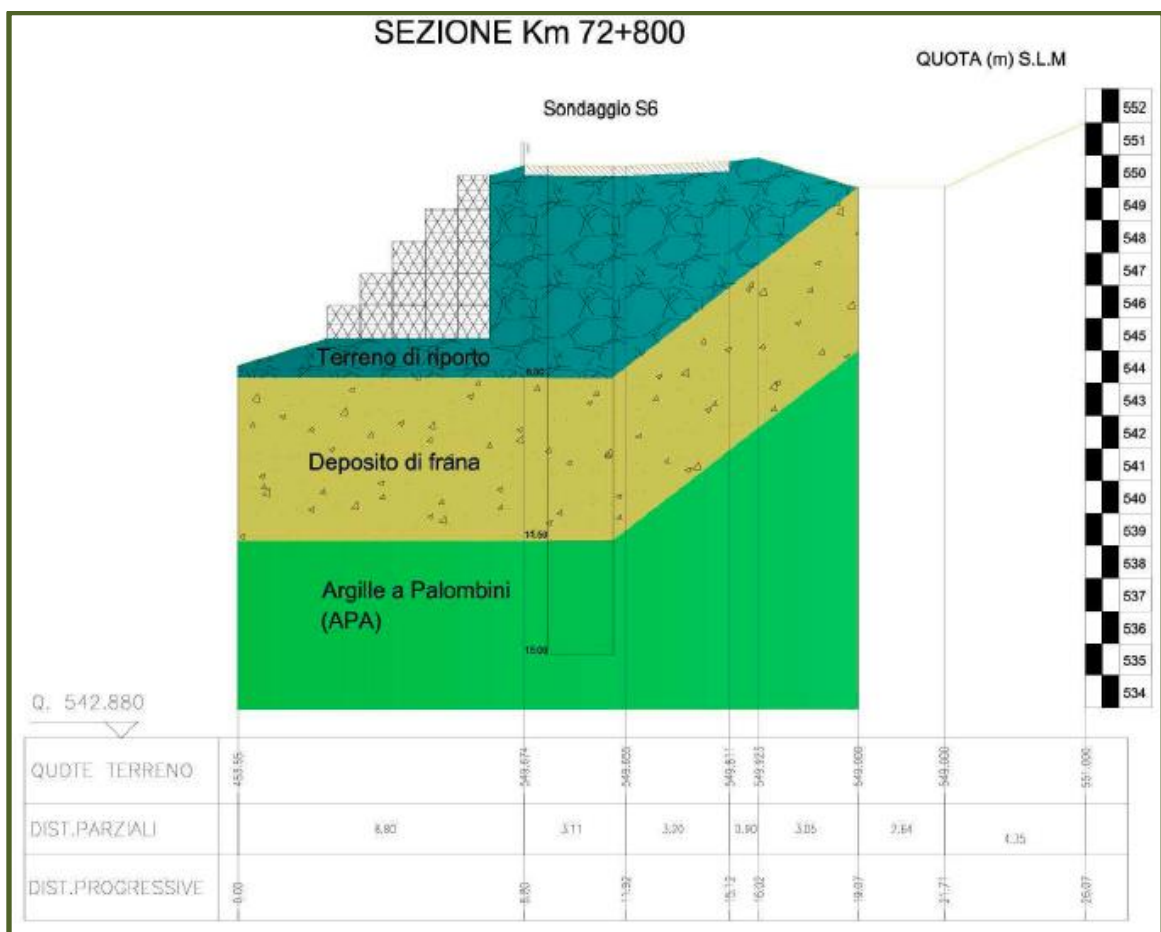
Sono stati individuati i seguenti tratti omogenei all'interno dei quali sono state eseguite le indagini :

1. Dal km 72+830 al km 74+600
2. Dal km 78+300 al km 79+230
3. Dal km 79+430 al km 80+070
4. Dal km 80+070 al km 80+950

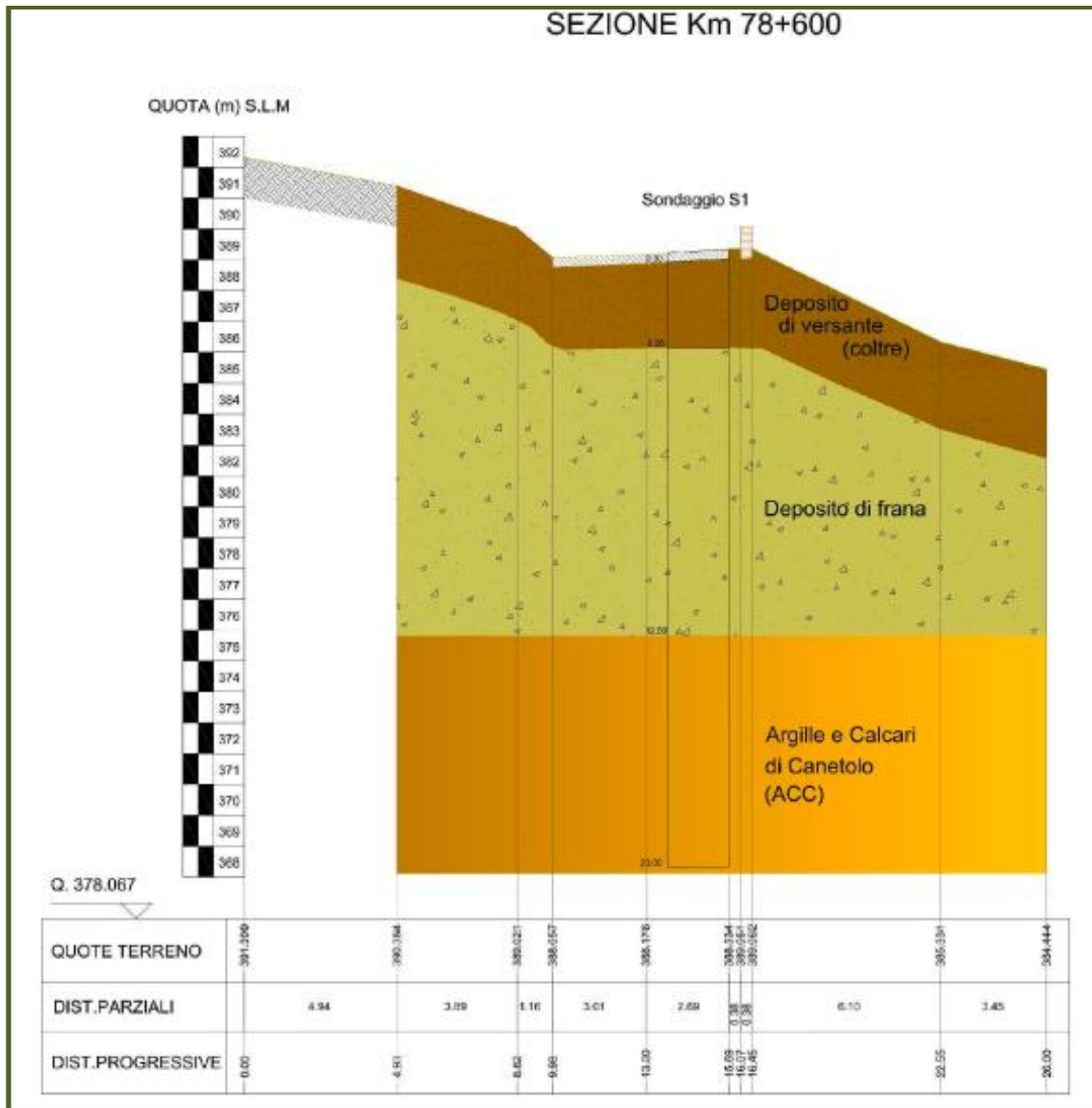
Le indagini hanno riguardato carotaggi continui e prove sismiche MASW.

Nel seguito si riportano le 4 sezioni geologiche caratterizzanti i tratti di strada statale in oggetto.

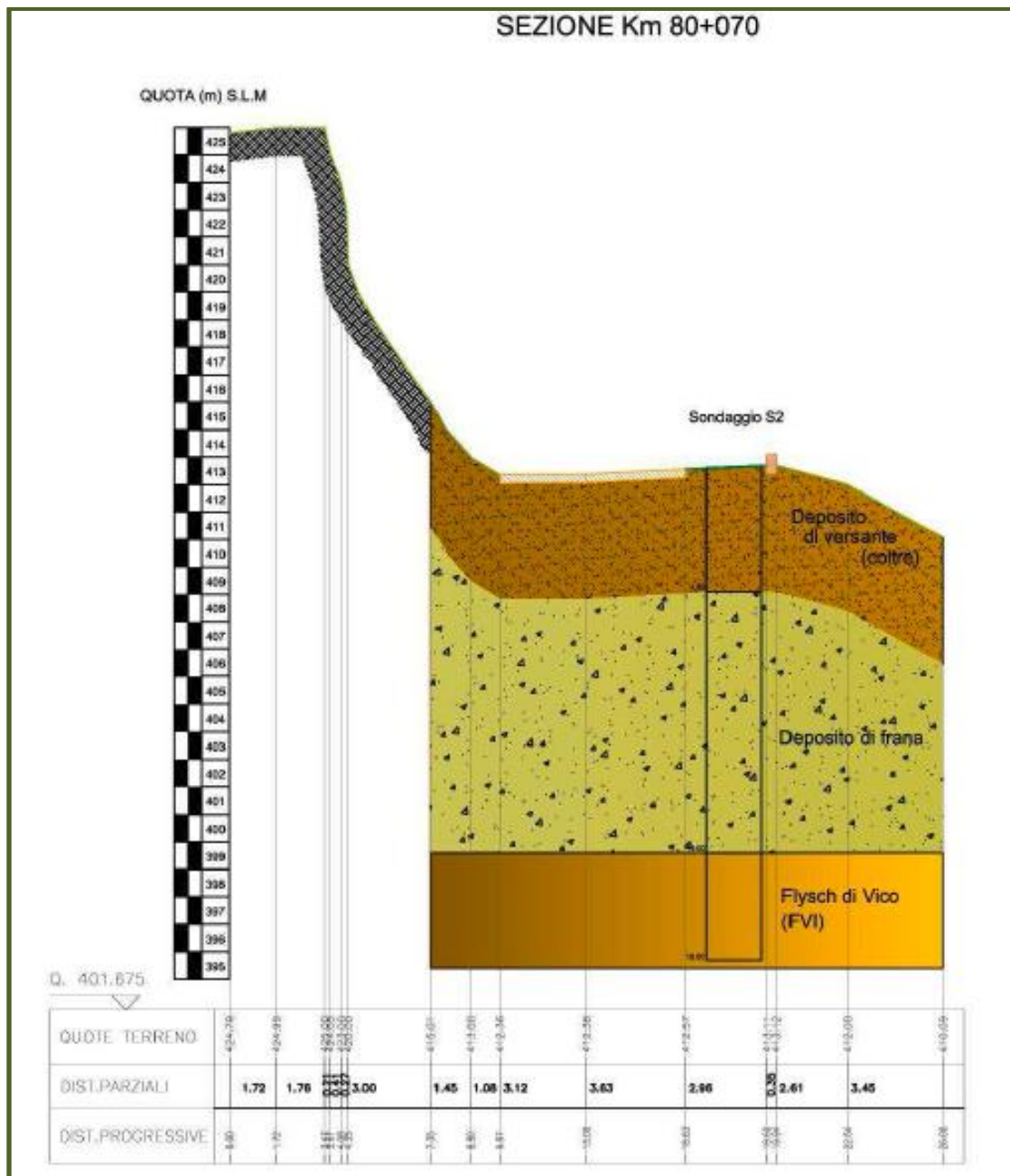
Tratto 1 - Dal km 72+830 al km 74+600 :



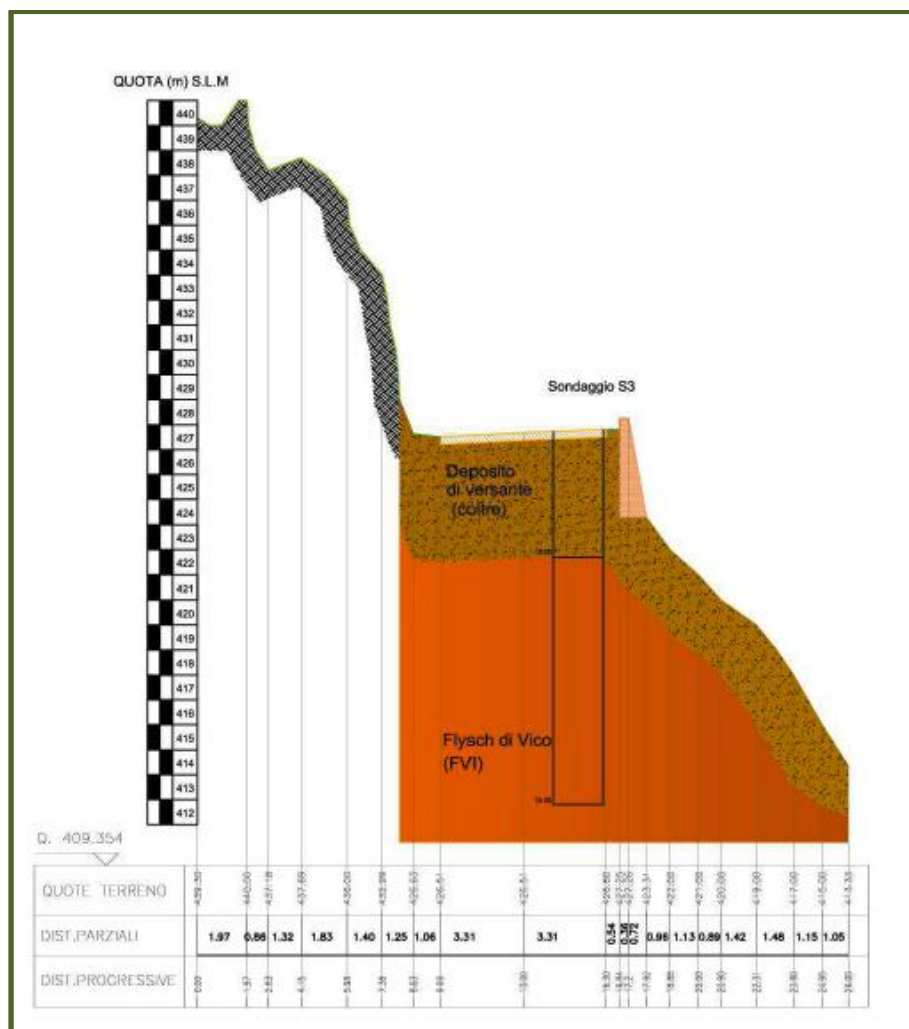
Tratto 2 - Dal km 78+300 al km 79+230 :



Tratto 3 - Dal km 79+430 al km 80+070 :



Tratto 4 - Dal km 80+070 al km 80+950 :



3.3.1 Descrizione della campagna di indagine geognostica

La caratterizzazione dei terreni finalizzata a definirne la litologia e le caratteristiche fisico-meccaniche e sismiche dei litotipi costituenti il sottosuolo è stata effettuata sulla base dei dati acquisiti nel corso della campagna indagini progettata e messa a disposizione della committenza, effettuata nel mese di luglio 2018 e consistita nella realizzazione di :

- nr. 1 sondaggio stratigrafico a carotaggio continuo;
- nr. 2 sondaggi meccanici a distruzione di nucleo;
- nr. 5 indagini sismiche per mezzo della tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves, Park et al. 1999).

Inoltre, ci si è avvalsi dei dati messi a disposizione della committenza ed acquisiti nel corso di indagini pregresse effettuate nel 2013 e consistite in n. 1 sondaggio a carotaggio

continuo (S6) realizzato in corrispondenza del km 72+780 e n. 1 prova geofisica HVSR eseguita in corrispondenza del km 72+700.

Le prove di perforazione hanno raggiunto tutte la profondità di circa 20.00 metri dal piano di campagna (piano viabile) al fine di rappresentare la presenza del substrato all'interno del quale ci si è successivamente attestati con i micropali di fondazione.

La disposizione delle prove viene desunta dal seguente schema :



Come si evidenzia da tale schema, la disposizione delle prove ha di fatto coperto l'intero tratto interessato dagli interventi.

L'esito dello studio geologico e delle indagini geognostiche eseguite più essere riassunto come segue :

- i risultati delle prove sono risultati sostanzialmente omogenei, in termini di stratigrafie e di caratteristiche fisiche e meccaniche degli strati;
- le prove di indagine non distruttiva hanno permesso di caratterizzare i terreni anche nei tratti non direttamente interessati dalle prove di perforazione diretta;
- i risultati ottenuti sono risultati in assoluta analogia e coerenza con le esperienze maturate dal Compartimento e confermati in occasione di interventi sostanzialmente analoghi realizzati in un recente passato in corrispondenza dello stesso tratto di strada interessato dalle nuove opere;
- il tratto di strada interessato dagli interventi non attraversa zone cartografate e caratterizzate dalla presenza di frane attive, ma al più si è riscontrata la presenza di frane individuate come quiescenti ("a2d" e "a2g"), e quindi non preoccupanti in quanto

gli interventi previsti volgono verso il consolidamento e la stabilizzazione dei tratti di strada interessata.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte si ritiene quindi che gli elementi acquisiti siano sufficienti per descrivere adeguatamente le caratteristiche dei terreni interessati, tenendo peraltro anche conto che nella definizione degli interventi si è fatto riferimento a valutazioni sempre cautelative e a favore di sicurezza complessiva.

3.4 BONIFICA PRELIMINARE DA ORDIGNI BELLCI B.O.E.

Dal momento che tutte le lavorazioni vengono svolte esclusivamente dal piano stradale e che non si ha presenza di apprezzabili scavi, si può ritenere che la sola parte di terreno interessata dalle lavorazioni sia quello costituente l'attuale corpo stradale, che di fatto rappresenta un rilevato, generalmente a mezza costa, artificiale e quindi certamente non interessato dalla presenza di residuati di ordigni bellici.

Le fondazioni profonde rimangono anch'esse limitate alla geometria della sede stradale e quindi si trovano nelle stesse condizioni.

Peraltro tali fondazioni profonde interessano sicuramente parti di terreno già rimaneggiato in passato, e quindi tale da escludere presenza di ordigni bellici, in quanto costituito dai riempimenti a tergo, in presenza delle opere di sostegno esistenti, o interessato dalla sistemazione e dalla riconfigurazione delle scarpate, per le sezioni a mezza costa.

Per tale insieme di ragioni si è valutato non necessario procedere ad una campagna di indagine per la ricerca di ordigni bellici inesplosi, non essendo l'area interessata dalle lavorazioni sensibile nei riguardi di tale possibile rischio.

3.5 SEDE STRADALE ATTUALE

La geometria della sede stradale attuale è compiutamente descritta e riportata nelle tavole di rilievo allegate al progetto.

Occorre chiarire che la geometria della carreggiata stradale non verrà modificata a seguito degli interventi previsti, in quanto i modesti e sostanzialmente puntuali allargamenti che si avranno, saranno relativi principalmente al fatto che lo spessore delle nuove barriere metalliche da porre in opera è superiore a quello della barriera esistente e pertanto non era possibile riposizionare i montanti nello stesso punto di quelli esistenti, a meno di realizzare un restringimento complessivo della carreggiata.

Per tale ragione si prevederà il mantenimento del posizionamento della segnaletica orizzontale, sia per quanto riguarda le linee di margine sia per la mezzzeria, che non saranno sostanzialmente spostate rispetto alla situazione attuale.

Infatti i modesti allargamenti che si verranno a creare con il posizionamento del nuovo cordolo interesseranno infatti solamente la banchina esterna, lasciando inalterata la larghezza della corsia di marcia.

Il progetto non prevede risanamenti profondi della pavimentazione, ma solo il rifacimento degli strati di usura 3 cm e binder 6 cm nell'ambito dei lavori di installazione delle barriere

di sicurezza. Le stese di conglomerato bituminoso riguardano pertanto la parte superficiale della pavimentazione da eseguire a seguito delle lavorazioni che interessano la parte laterale della infrastruttura per accogliere le nuove barriere, estese all'intera piattaforma.

4 ASPETTI IDRAULICI

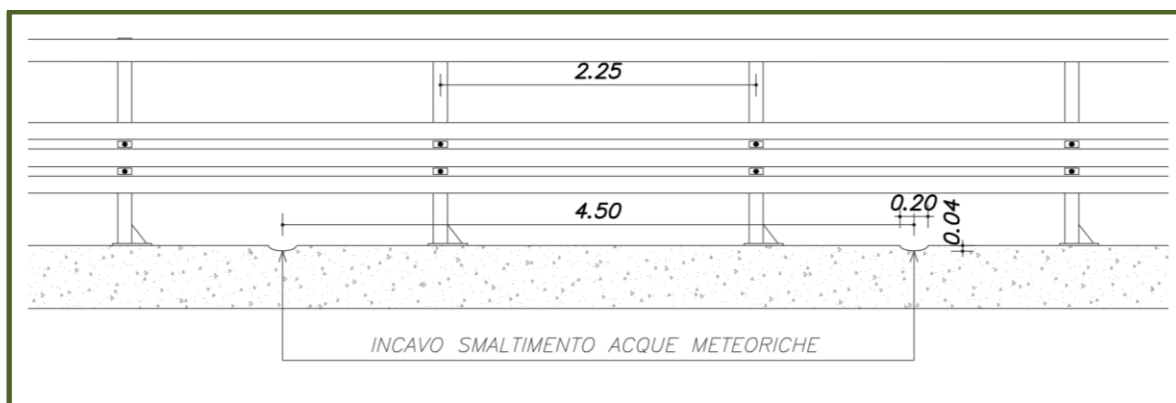
Come ampiamente e compiutamente illustrato nella allegata relazione idraulica, le lavorazioni previste non comportano in alcun modo alterazioni sia della natura, sia dell'entità sia infine delle modalità di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma stradale.

Infatti le modalità di raccolta delle acque meteoriche sono al bordo laterale della strada, e da qui vengono convogliate al più vicino tombino o fosso per raggiungere quindi la esistente rete di fossi e canali di scolo.

Il recapito finale, sia della strada sia di tutto il comprensorio interessato, è naturalmente il fiume Trebbia, che peraltro si trova assai al di sotto della sede viaria della Statale di circa $30.00 \div 50.00$ metri.

Peraltro, le pendenze dei rii e dei fossi di raccolta e convogliamento delle acque di pioggia, sono tali che non si hanno punti critici di allagamento, anche in occasione degli eventi meteorici più critici.

Solamente in corrispondenza delle solette e dei cordoli portabarriera si è modificato la modalità di deflusso delle acque di piattaforma che attualmente defluiscono praticamente in continuo. Il progetto prevede la realizzazione di un cordolo portabarriera che crea un modesto risalto di circa 4.00 centimetri rispetto al piano viabile di banchina, come da figura seguente.



Per tale caso quindi si è proceduto alla verifica idraulica degli organi di scarico costituiti da una "finestra" di dimensioni pari a 20.00 centimetri ed altezza pari a 4.00 centimetri (pari quindi all'altezza del cordolo).

Valutando quindi il comportamento di tale scarico in occasione della pioggia critica con tempo di ritorno pari a 25 anni (come prescritto dalla Normativa Vigente per elementi idraulici secondari) si è verificato il corretto funzionamento di tale scarico, che anche con

pendenza della falda stradale pari al solo 2.00 % ed un grado di riempimento pari al 75 %, è in grado di smaltire la portata di 3 litri/sec, ampiamente superiore a quella prevista di progetto pari a circa 1.21 litri/sec.

5 GEOLOGIA E GEOTECNICA

Come già riportato, il progetto è stato completato dalla esecuzione di una serie di prove integrative precedentemente illustrate.

Per quanto riguarda le opere di fondazione, quindi, i criteri che sono stati adottati sono i seguenti :

- fondazioni profonde per tutte le nuove solette portabarriere, qualora ci si trovi in corrispondenza di opere di sostegno esistenti o con necessità di realizzare modesti sbalzi per potere porre in opera le nuove barriere;
- fondazione diretta per il cordolo portabarriere su terra;
- posizionamento ed eventuale sistemazione del ciglio della scarpata nel caso di barriere su terra, al fine di garantire il funzionamento del ciglio laterale di banchina da 1.25 metri.

Il primo punto è sicuramente quello più significativo in quanto permette di considerare il comportamento del solettone in maniera assolutamente indipendente dalla eventuale presenza di un'opera di sostegno a valle della strada, in quanto la presenza di micropali permette di trasferire in profondità le spinte ed i sovraccarichi dei mezzi transitanti sulla strada, migliorando quindi anche le caratteristiche di resistenza dell'opera esistente nel suo complesso.

Dalla documentazione geologica che è stata resa disponibile da Anas S.p.A. è stata redatta la relazione geotecnica che sulla base delle caratteristiche dei terreni individuati nello studio geologico, ha determinato :

- la verifica delle fondazioni profonde (micropali) in termini di sollecitazioni e portanza;
- la verifica della portanza a fondazione diretta;
- la verifica nei riguardi di una eventuale liquefazione dei terreni in fase sismica;
- la stabilità del pendio nel sistema globale soletta su micropali e terreno di fondazione

Le verifiche prodotte hanno portato ad un esito positivo dei dimensionamenti adottati.

6 DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI PREVISTE

6.1 DEFINIZIONE DEL TIPO DI BARRIERE DI SICUREZZA

6.1.1 Dati di traffico e determinazione del TGM

I dati di traffico resi disponibili dal Compartimento ANAS dell'Emilia Romagna sono stati relativi alle quattro seguenti stazioni di misurazione lungo la Strada Statale SS. 45 "di Val Trebbia", e più precisamente :

Stazione 1 :

Tratta nr. 448 posizionata lungo la S.S. 45 al km 26+900 in corrispondenza dell'abitato di Torriglia (Genova)

Stazione 2 :

Tratta nr. 50030 posizionata lungo la S.S. 45 al km 66+300 in corrispondenza dell'abitato di Ottone (Piacenza)

Stazione 3 :

Tratta nr. 50031 posizionata lungo la S.S. 45 al km 113+650 in corrispondenza dell'abitato di Travo (Piacenza)

Stazione 4 :

Tratta nr. 50032 posizionata lungo la S.S. 45 al km 132+500 in corrispondenza dell'abitato di Gossolengo (Piacenza)

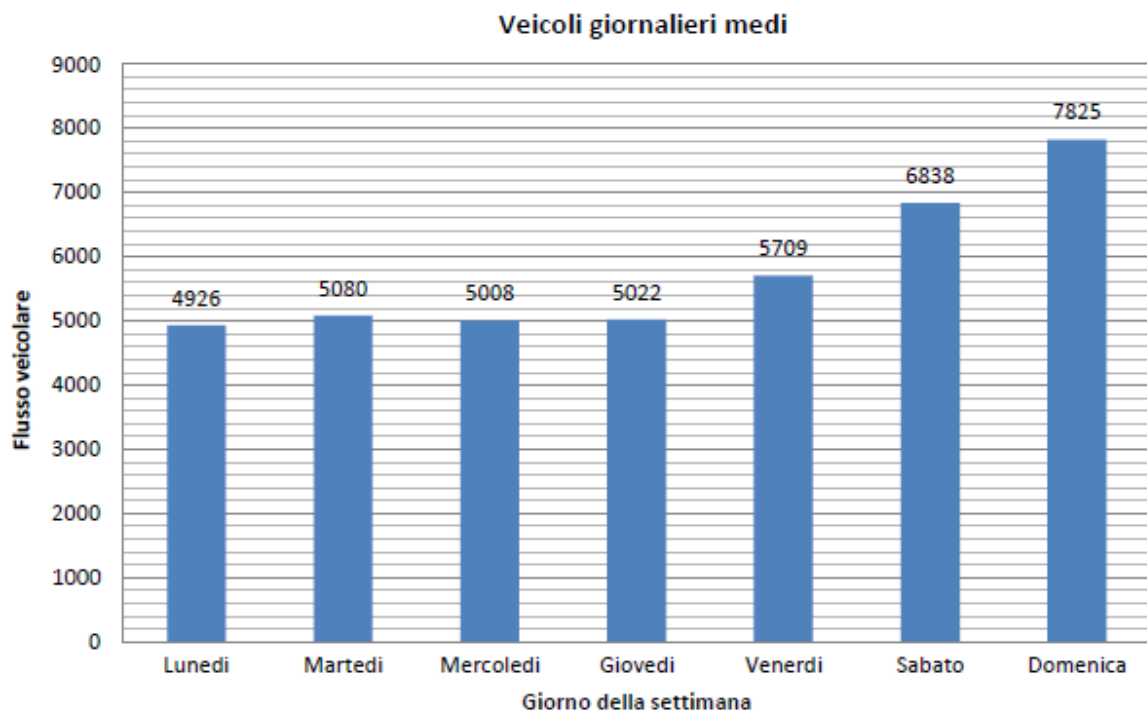
Per tali stazioni di misura si hanno misurazioni relative a :

- anno 2017
- primo trimestre 2018
- secondo trimestre 2018

Sulla base della ubicazione delle stazioni di rilevamento, si effettuano le considerazioni relativamente a quella più inerente e prossima al nostro intervento, ovvero alla stazione di Travo, in quanto le altre risultano non significative essendo distanti e relative a realtà geografiche, economiche e sociali assai differenti da quella specifica del nostro intervento.

Pertanto i dati relativi alla stazione di misura di Travo vengono nel seguito riportati ed analizzati :

Stazione 50031 di Travo : dati cumulati per l'anno 2017

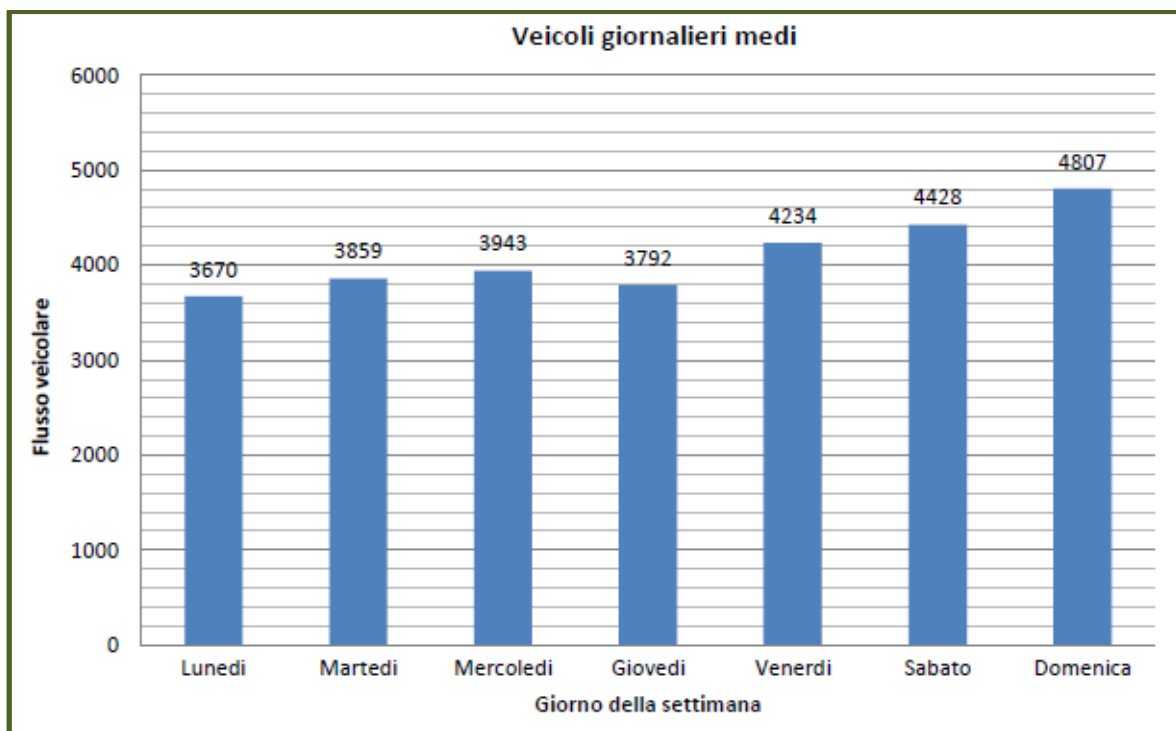


Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	100,00%	2340	196	249	79	1	5	60	58	60
flusso discendente	100,00%	2438	200	185	76	2	4	62	64	66

Tali dati sono stati raggruppati per riportarli nella forma necessaria per la definizione delle barriere metalliche da normativa, per cui si è ottenuto :

	veicoli leggeri			veicoli pesanti			veicoli pesanti in %		
	06 - 20	20 - 22	22 - 06	06 - 20	20 - 22	22 - 06	06 - 20	20 - 22	22 - 06
flusso ascendente	2340	196	249	79	1	5	3.27%	0.51%	1.97%
flusso discendente	2438	200	185	76	2	4	3.02%	0.99%	2.12%

Stazione 50031 di Travo : dati cumulati per il primo trimestre 2018

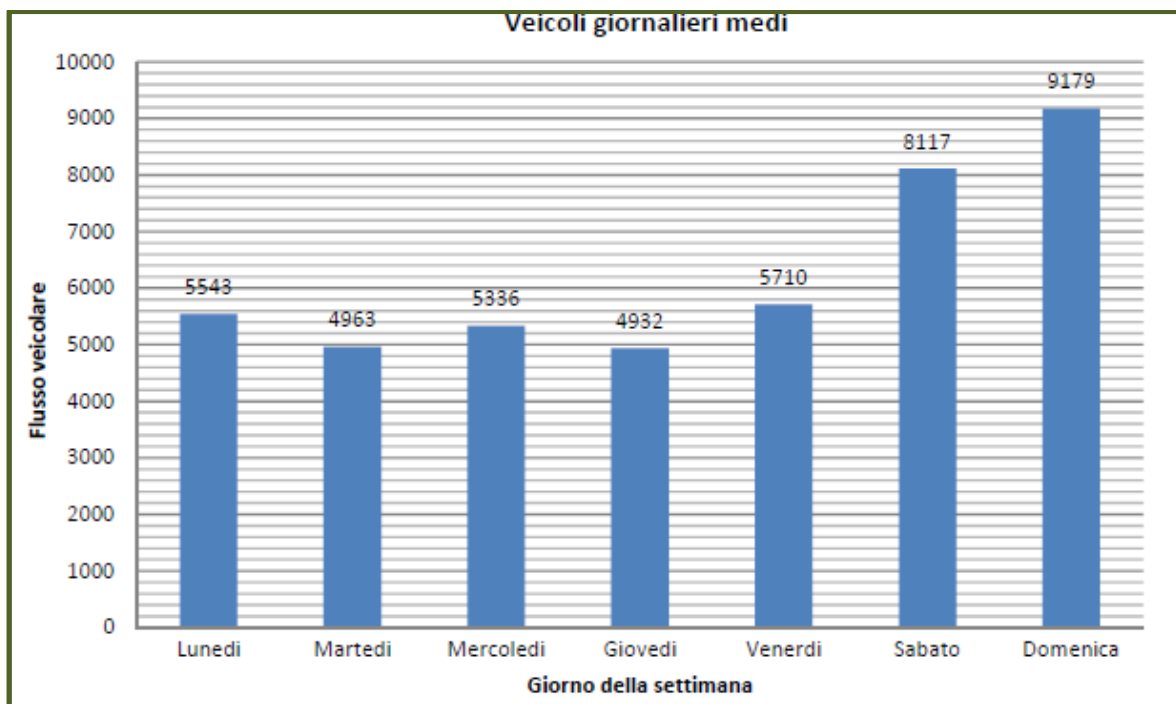


Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
		flusso ascendente	100,00%	1746	89	136	65	1	4	61
flusso discendente	100,00%	1729	130	129	63	2	4	63	65	66

Tali dati sono stati raggruppati per riportarli nella forma necessaria per la definizione delle barriere metalliche da normativa, per cui si è ottenuto :

	veicoli leggeri			veicoli pesanti			veicoli pesanti in %		
	06 - 20	20 - 22	22 - 06	06 - 20	20 - 22	22 - 06	06 - 20	20 - 22	22 - 06
flusso ascendente	1746	89	136	65	1	4	3.59%	1.11%	2.86%
flusso discendente	1729	130	129	63	2	4	3.52%	1.52%	3.01%

Stazione 50031 di Travo : dati cumulati per il secondo trimestre 2018



Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	100,00%	2572	219	221	83	2	5	60	59	61
flusso discendente	100,00%	2681	204	189	79	2	4	63	65	67

Tali dati sono stati raggruppati per riportarli nella forma necessaria per la definizione delle barriere metalliche da normativa, per cui si è ottenuto :

	veicoli leggeri			veicoli pesanti			veicoli pesanti in %		
	06 - 20	20 - 22	22 - 06	06 - 20	20 - 22	22 - 06	06 - 20	20 - 22	22 - 06
flusso ascendente	2572	219	221	83	2	5	3.13%	0.90%	2.21%
flusso discendente	2681	204	189	79	2	4	2.86%	0.97%	2.07%

In conclusione si osserva quanto segue :

- il caso più critico di TGM è relativo al secondo trimestre 2018 (domenica : 9179 veicoli/giorno) con incidenza massima di mezzi pesanti pari al 3.13 %;
- l'incidenza massima di mezzi pesanti, per flusso di traffico TGM superiore a 1.000 veicoli/giorno, è relativo al primo trimestre 2018 e pari al valore di 3.59 % con flusso di traffico pari a 4.807 veicoli/giorno.

6.1.2 Individuazione della tipologia di barriera

Per la determinazione della tipologia di barriera metallica bordo laterale si deve far riferimento alla Normativa vigente, secondo quanto riassunto nel seguente specchio riassuntivo :

Tipo di strade	Traffico	Destinazione barriere		
		Spartitraffico	Bordo laterale	Bordo ponte
Autostrade (A) e strade extra-urbane principali (B)	I II III	H2 H3 H3-H4	H1 H2 H2-H3	H2 H3 H3-H4
Strade extra-urbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I II III	H1 H2 H2	N2 H1 H2	H2 H2 H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I II III	N2 H1 H1	N1 N2 H1	H2 H2 H2

- Traffico tipo I: TGM ≤ 1000 oppure TGM > 1000 + veicoli pesanti ≤ 5%
 - Traffico tipo II: TGM > 1000 + veicoli pesanti > 5% e ≤ 15%
 - Traffico tipo III: TGM > 1000 + veicoli pesanti > 15%

Fonte: D.M. Infrastrutture e Trasporti 21 giugno 2004

Le condizioni della nostra strada sono pertanto le seguenti :

- strada extraurbana secondaria
- TGM superiore a 1000 veicoli
- Incidenza di mezzi pesanti inferiore al 5.00 %

si ottiene un traffico di tipo I. Tuttavia, prevedendo un modesto incremento di traffico pesante a seguito anche degli interventi di miglioramento dell'intera tratta stradale e di cui questi interventi sono solo una parte, si decide di adottare, a favore di sicurezza, la seguente tipologia di barriera :

- ▶ H2 BL lungo rilevato
- ▶ H2 BP su opera d'arte

Tale tipologia risulta del tutto analoga e coerente con quella attualmente presente in corrispondenza delle opere d'arte e con le barriere di bordo laterale già adeguate e poste in opera.

Per quanto riguarda infine la classe di Livello di Larghezza utile W, si è fatto riferimento alla tabella ministeriale che viene nel seguito riportata :

Classi dei Livelli di Larghezza Utile	Livelli di Larghezza Utile W
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

La larghezza utile è la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.
 La deflessione dinamica è il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento.
 La deflessione dinamica e la larghezza utile consentono di determinare le condizioni più idonee di installazione per ciascuna barriera di sicurezza, nonché di stabilire distanze appropriate di fronte ad ostacoli in modo da permettere al sistema di operare nel modo migliore.
 La deformazione dipenderà sia dal tipo di sistema prescelto che dalle caratteristiche proprie delle prove d'urto effettuate.

Data la geometria esistente si è adottato un valore standard pari a :

$$W-3 \quad (W \leq 1.00 \text{ metri})$$

per il quale è sufficiente quindi una larghezza netta minima di deformazione pari ad 1.00 metri. Tale valore è stato adottato in termini di sicurezza, peraltro in ambito realizzativo la definizione di tale larghezza di deformazione W potrà essere rivalutata in funzione dell'effettivo puntuale riscontro di presenza di eventuali nuovi ostacoli che dovessero essere presenti lungo il ciglio stradale, successivamente al presente studio, e tali da doverne vincolare le caratteristiche.

6.1.3 Lunghezza di funzionamento

Per tutti gli interventi si è cercato di garantire una lunghezza di funzionamento superiore a 90.00 metri circa, valore questo valido per la sostanziale totalità delle tipologie di barriera in commercio.

Gli interventi di ripristino delle barriere devono infatti realizzare una lunghezza di intervento minima pari alla lunghezza di funzionamento relativa alla omologazione della barriera adottata:

- H2 BP : 90.30 m
- H2 BL : 92.00 m

In corrispondenza di alcuni punti (n. 2 interventi) tuttavia non è fisicamente possibile prevedere una tale lunghezza di barriera, in quanto in presenza di accessi, viabilità in immissione, muretti o aree di sosta per i quali non è possibile interdirne l'accesso.

6.1.4 Elementi terminali e di transizione

Ogni tratta di barriera omogenea, per classe, sarà caratterizzata da elementi terminali compatibili ed ammessi dalla tipologia di barriera impiegata.

Nei casi peraltro di collegamento del nuovo tratto di barriera ad altre barriere preesistenti o ad elementi di margine murari, si prevede di inserire elementi di transizione che comunque garantiscano la sicurezza e la continuità del contenimento del veicolo in svio.

Negli elaborati allegati sono riportati tutti gli elementi necessari che descrivono tali elementi nelle varie tipologie.

6.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI TIPOLOGICI

Sulla base di un accurato sopralluogo e rilievo degli elementi di margine esistenti si è proceduto con la progettazione di interventi atti a garantire un sufficiente livello di sicurezza agli utenti specie nei tratti maggiormente ammalorati ed in accordo con Anas S.p.A.

Gli interventi che saranno successivamente descritti sono posizionati lungo il tracciato della SS.45 in base alle progressive chilometriche sotto riportate in tabella (sono indicate le lunghezze di intervento, di raggiungimento della lunghezza minima di funzionamento e dei tratti terminali/transizioni) :

Tipo I							
				Ltot =	1'528.53		m
Cordolo con soletta e micropali							
Int.	km inizio	km fine	lato	Lsol-pali	Lcordolo	Lterm-trans	Lcantiere
[n.]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]
1.1	72'870	72'930	S	60.00	30.00	6	96.00
1.2	72'983	73'007	S	24.00	0.00	30	54.00
1.3	78'477	78'541	D	64.00	26.00	12	102.00
1.4	78'557	78'604	D	47.50	-	6	53.50
1.5	78'665	78'685	D	21.00	15.00	27	63.00
1.6	78'798	78'881	D	79.00	11.00	6	96.00
1.7	79'170	79'256	D	20.00	56.00	18	94.00
1.8	79'615	79'791	D	212.70	0.00	0	212.70
1.9	79'900	79'969	D	68.70	0.00	0	68.70
1.10	80'145	80'628	D	443.40	0.00	6	449.40
1.11	80'739	80'974	D	239.23	0.00	0	239.23

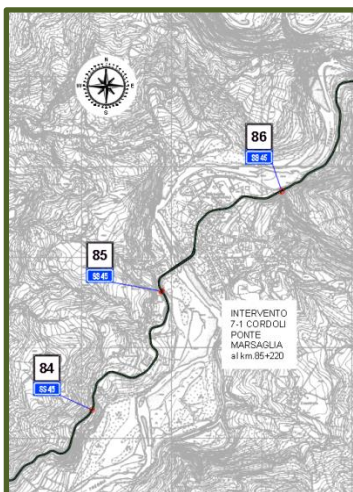
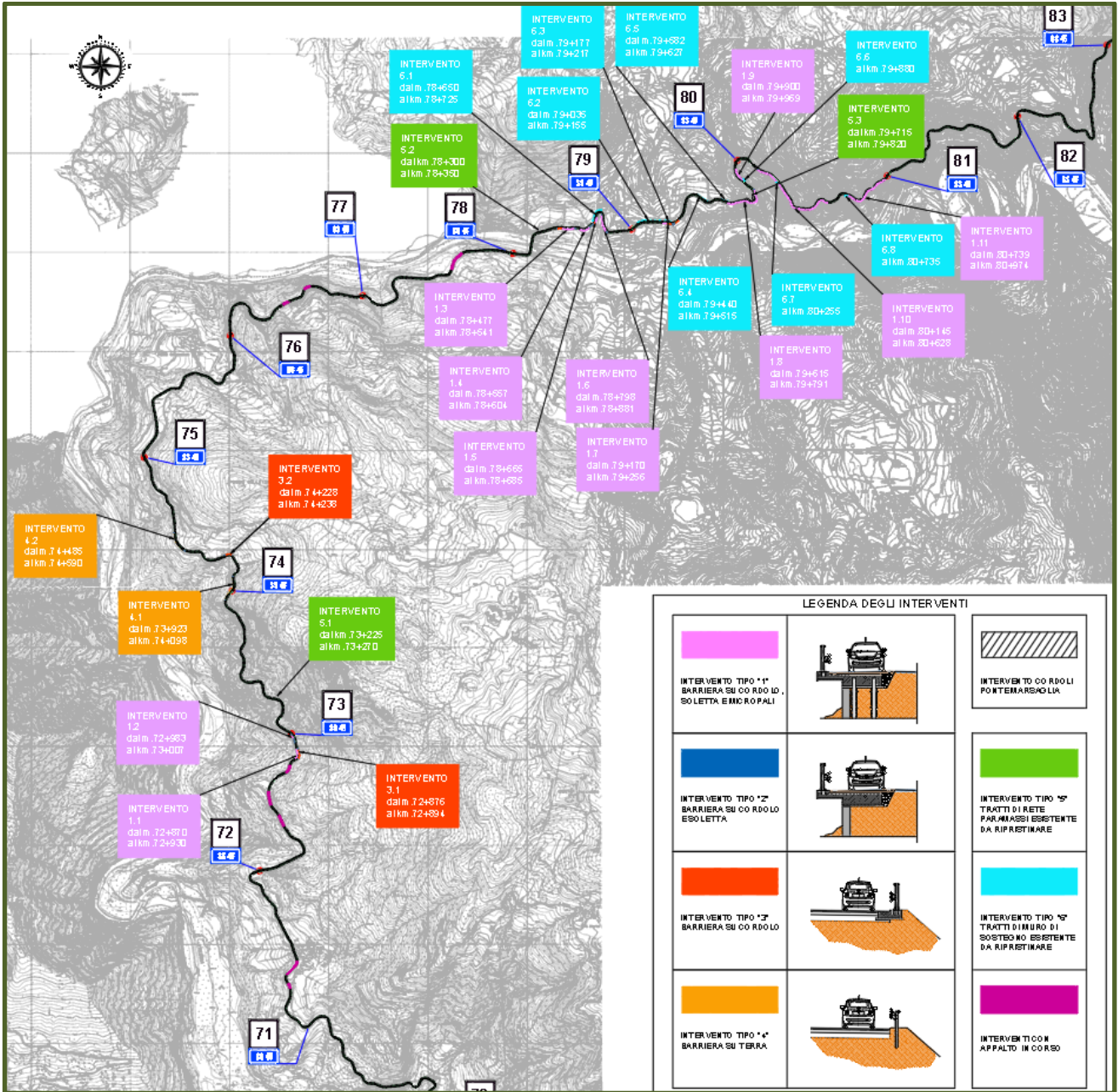
Tipo III							
				Ltot =	111.00		
						m	
Cordolo semplice							
Int.	km inizio	km fine	lato	Lsol	Lcordolo	Lsu terra	Lcantiere
[n.]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]
3.1	72'876	72'894	D	0.00	21.50	43.5	65.00
3.2	74'228	74'238	D	0.00	12.00	34	46.00

Tipo IV						
				Ltot =	229.00	
						m
Barriere H2 BL						
Int.	km inizio	km fine	lato	L	Lterm-trans	Lcantiere
[n.]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]
4.1	73'923	74'098	S	110.00	12	122.00
4.2	74'485	74'590	S	95.00	12	107.00

Tipo V						
				Ltot =	185.00	
						m
Ripristino rete paramassi						
Int.	km inizio	km fine	lato	L	A	Lcantiere
[n.]	[m]	[m]		[m]	[mq]	[m]
5.1	73'225	73'270	D	45.00	1200	45.00
5.2	78'300	78'350	S	50.00	1000	50.00
5.3	79'715	79'820	S	90.00	2100	90.00

Tipo VI						
				Ltot =	396.60	
Ripristino opere sostegno esist.						
Int.	km inizio	km fine	lato	L	A	Lcantiere
[n.]	[m]	[m]		[m]	[mq]	[m]
6.1	78'650	78'725	S	70.00	122	70.00
6.2	79'035	79'155	S	120.00	198	120.00
6.3	79'177	79'217	S	40.00	47	40.00
6.4	79'440	79'515	S	75.00	67.5	75.00
6.5	79'582	79'627	S	45.00	38	45.00
6.6	79'880	79'889	S	14.95	17.193	14.95
6.7	80'255	80'267	S	15.15	17.423	15.15
6.8	80'735	80'747	S	16.50	18.975	16.50

Tipo VII					
				Ltot =	200.00
Ripristino cordoli Ponte di Marsaglia					
Int.	km inizio	km fine	lato	L	Lcantiere
[n.]	[m]	[m]		[m]	[m]
7.1	85'220	85'400	S-D	120.00	200.00



Nel seguito si descriveranno i vari interventi previsti sulla base tipologia adottata che sono debitamente sviluppati degli elaborati allegati al progetto.

6.2.1 Intervento Tipo I

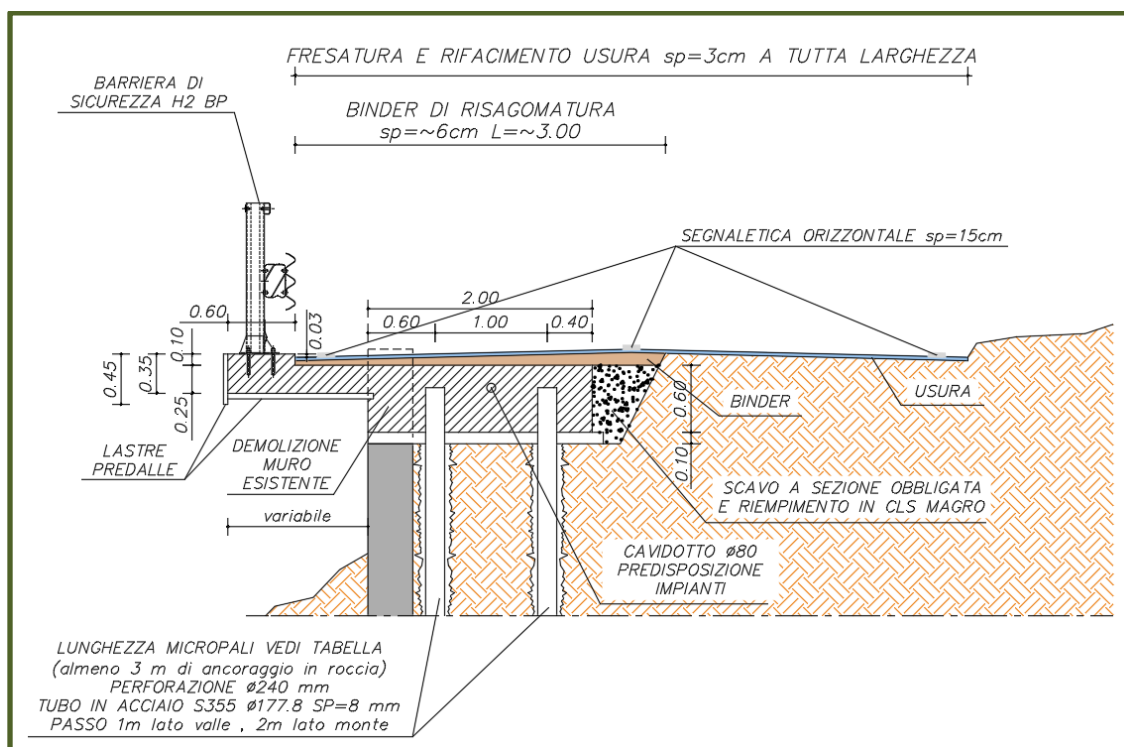
Questo intervento si divide in :

- intervento corrente, quando il solettone previsto viene realizzato lungo il ciglio stradale;
- intervento singolare, relativo ad alcuni tratti, di modesta lunghezza, in corrispondenza di opere singolari quali tombini o ponticelli, per i quali non è possibile realizzare i micropali per un tratto di alcuni metri.

6.2.1.1 Sezione dell'intervento corrente

Ripristino della barriera di sicurezza bordo strada (tipo H2 BP) mediante l'esecuzione di soletta in c.a. con cordolo su micropali armati con camicia tubolare in acciaio nei casi in cui ci si trovi con un modesto sbalzo da realizzare o si sia in corrispondenza della sommità dell'opera di un'opera di sostegno (muro andatore di valle) esistente.

Lo schema tipologico di intervento è il seguente :



La sua distribuzione lungo il lotto risulta dal seguente schema riassuntivo :

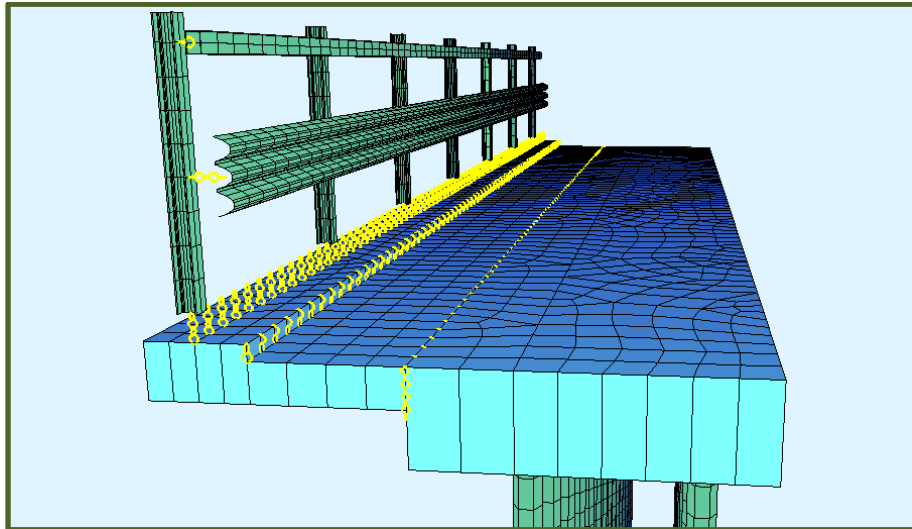
Ltot MICROPALI DI FONDAZIONE PER AMMORS. NELLA ROCCIA						
- Cordolo con soletta e micropali						
Int.	km inizio	km fine	lato	Hbed rock	Ammors.	Lmicro_tot
[n.]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]
1.1	72 870	72 930	S	11,50	3,00	14,50
1.2	72 983	73 007	S	11,50	3,00	14,50
1.3	78 477	78 541	D	14,00	3,00	17,00
1.4	78 557	78 604	D	14,00	3,00	17,00
1.5	78 665	78 685	D	14,00	3,00	17,00
1.6	78 998	79 081	D	14,00	3,00	17,00
1.7	79 170	79 256	D	14,00	3,00	17,00
1.8	79 584	79 782	D	14,00	3,00	17,00
1.9	79 900	79 969	D	14,00	3,00	17,00
1.10	80 145	80 628	D	14,00	3,00	17,00
1.11	80 739	80 974	D	14,00	3,00	17,00
7.1	Ponte di Marsaglia		S-D	9,00	3,00	12,00

Questo intervento è caratterizzato dalla realizzazione di una soletta in cemento armato fondata su micropali per la posa della barriera laterale.

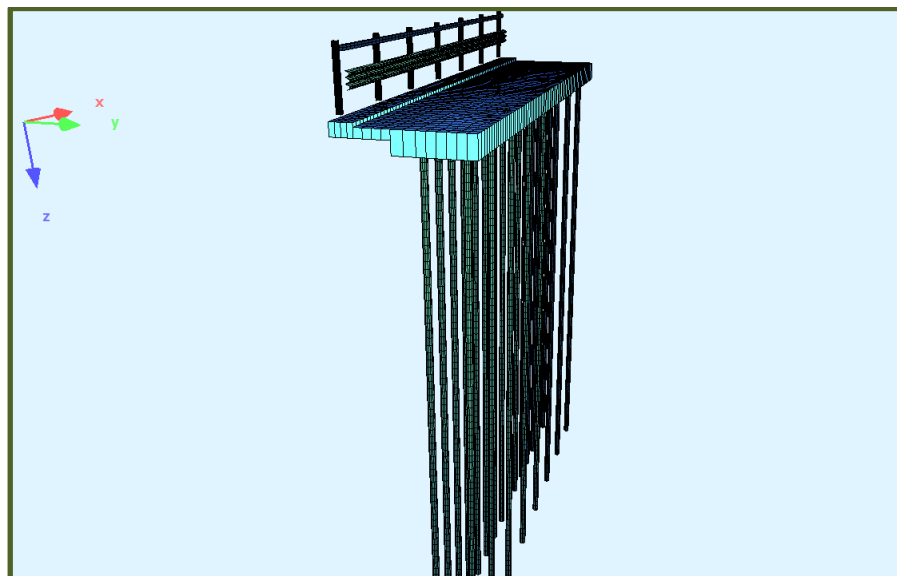
Tale intervento si trova spesso in corrispondenza di opere di sostegno del corpo stradale esistenti, ma è stata studiata al fine di non interferire con tali opere, anzi per migliorarne le caratteristiche di stabilità in quanto :

- fra l'intradosso della soletta e la sommità del muro, eventualmente regolarizzata, non si ha contatto, per cui la soletta non insiste sull'opera esistente;
- la soletta viene fondata su micropali per cui i carichi sia permanenti e di peso proprio sia accidentali, quando il carico mobile si dovesse trovare prossimo al margine della strada, si troverebbero a non insistere sul paramento interno del muro esistente, sgravandolo quindi di una parte di carico;
- la presenza dei micropali di fatto consolida, pur se parzialmente, il terreno di riempimento a tergo del muro riducendo, sia pur in maniera non facilmente quantificabile ma innegabile, la spinta complessiva sul paramento del muro.

Questo intervento è stato oggetto di accurati calcoli statici con modellazione della struttura nel suo complesso, come da seguenti schemi indicativi :



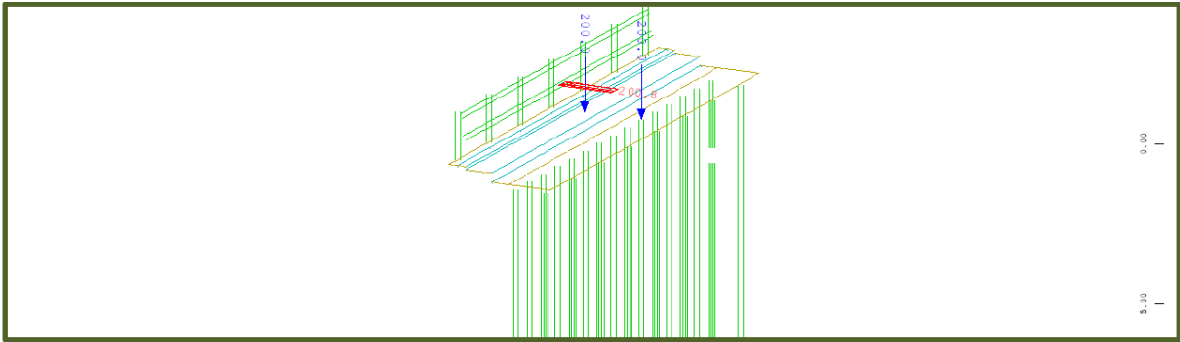
Rendering strutturale dell'opera



Rendering strutturale dell'opera

La struttura è stata quindi sollecitata sia dalle azioni del terreno sia dalla sovrappinta di sovraccarichi e da urto di mezzo in svio ottenendo sempre risultati compatibili con i dimensionamenti adottati.

Tale struttura, per rendere ancor più aderente alla realtà il modello, è stata vincolata con molle elastiche, rappresentative dell'azione elastica del terreno, trascurando i primi 3.00 metri, pertanto considerando inattivo, a favore di sicurezza, il terreno nella sua coltre superficiale o la presenza dell'eventuale opera di sostegno (muro) esistente posto a valle della strada. Per quanto riguarda infine la determinazione dei valori numerici adottati per descrivere i loro parametri elastici si è fatto riferimento a valori generalmente utilizzati per questi terreni in condizioni analoghe di comportamento e geometria delle opere.

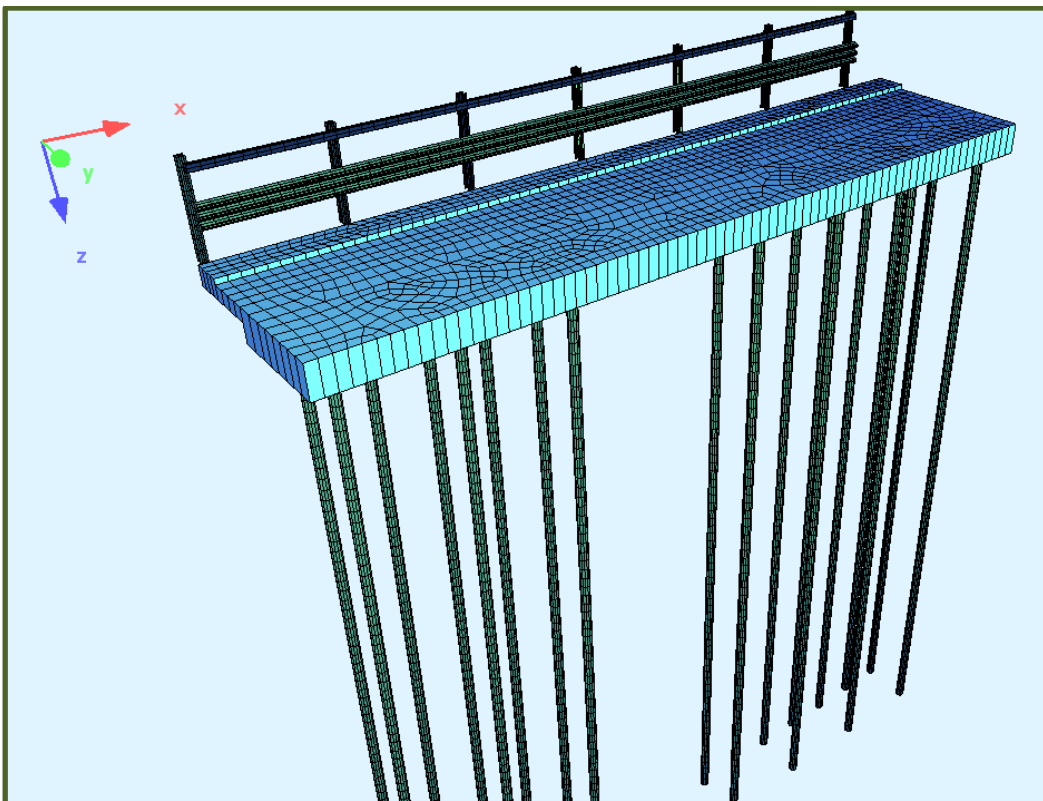


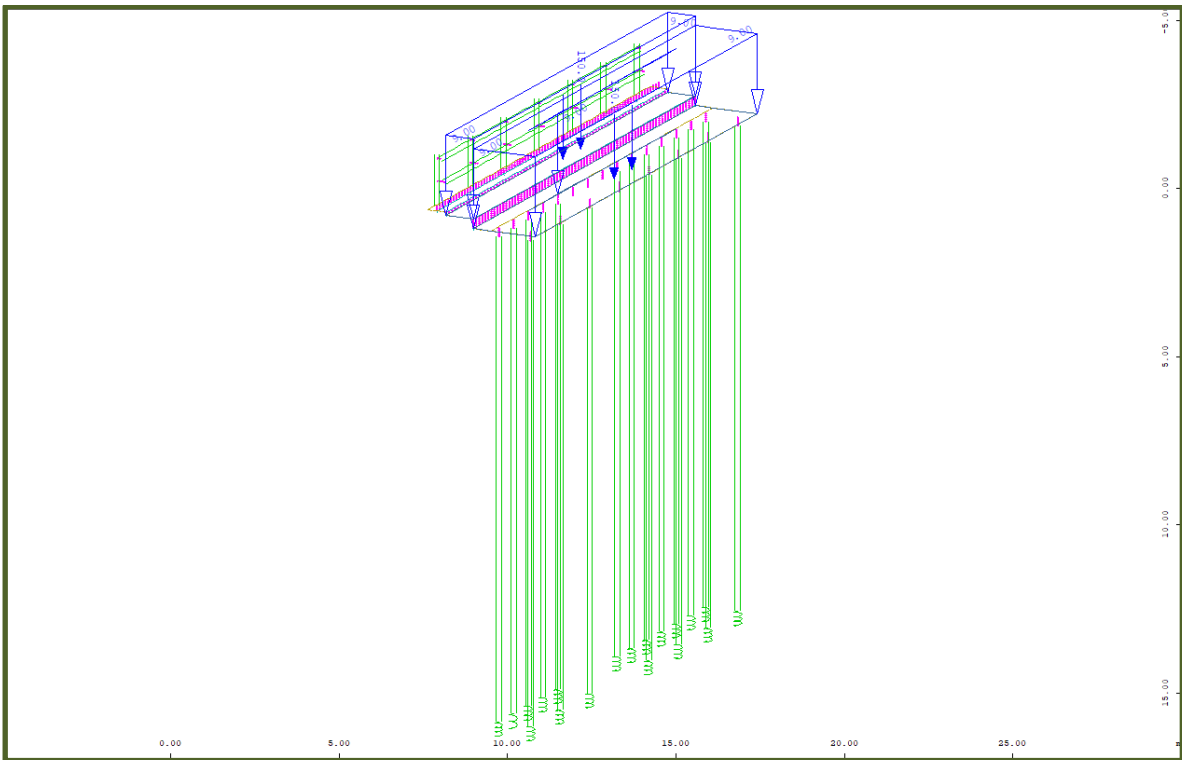
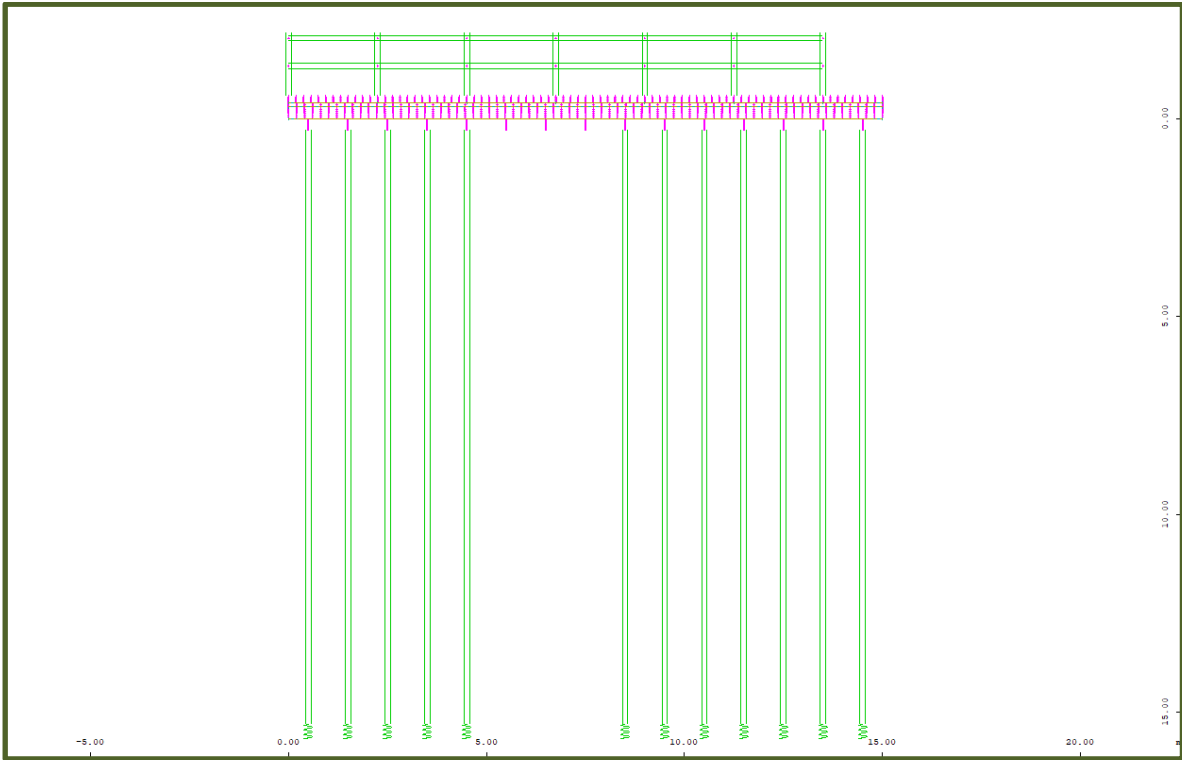
Azione eccezionale - urto da svio

6.2.1.2 Sezione dell'intervento singolare

In corrispondenza di alcuni tratti, quando si ha presenza di tombini o ponticelli, non è possibile realizzare i micropali e pertanto si avrà un'interruzione della fondazione su micropali con continuità invece di cordolo.

Anche tale caso particolare è stato analizzato approfonditamente con una apposita modellazione relativa al caso più critico, come da seguente schema :

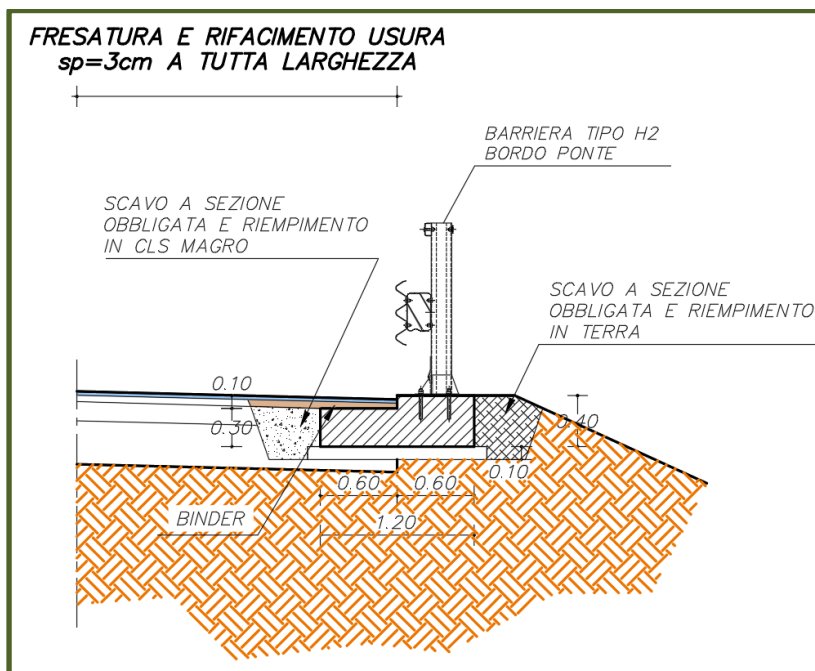




Anche per tale configurazione i risultati ottenuti sono stati ampiamente ammissibili, come si desume dalla relazione di calcolo di progetto.

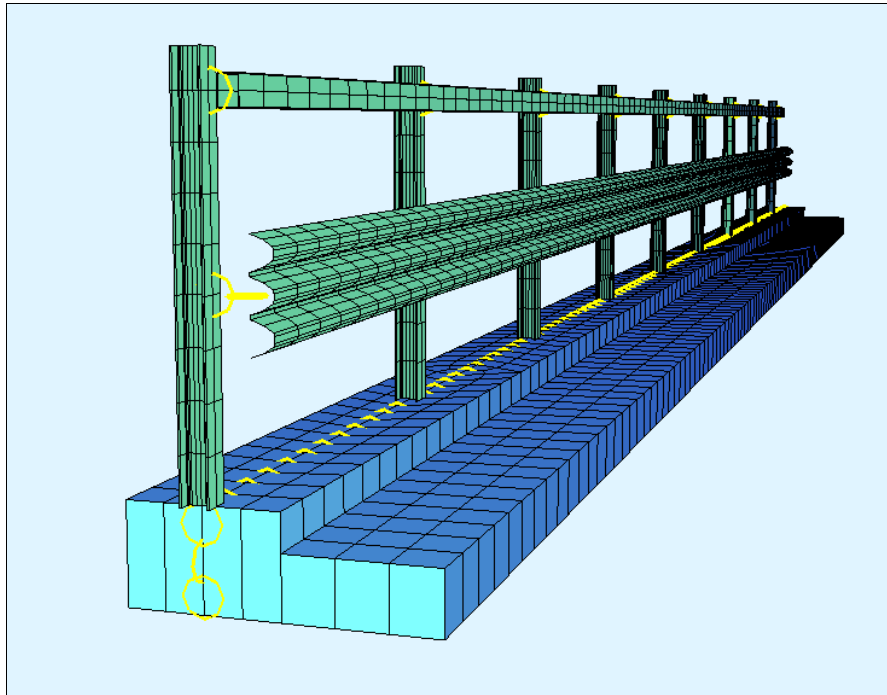
6.2.2 Intervento Tipo III

Ripristino barriera bordo strada (tipo H2 BP) mediante esecuzione di cordolo in c.a. (a forma di "L") in corrispondenza del ciglio stradale.

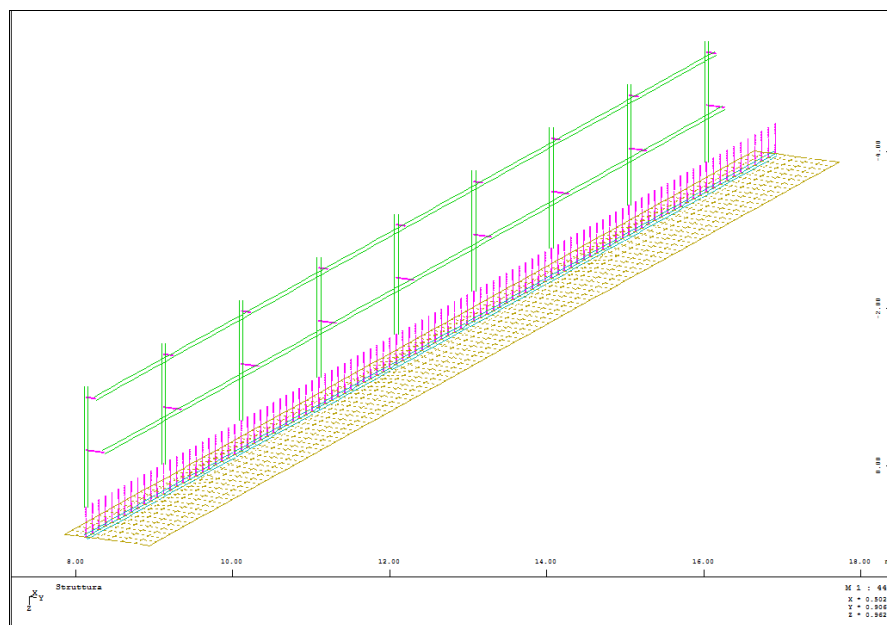


Questo intervento si realizza in particolari condizioni quando non risulta necessario prevedere solettoni su micropali oppure quando, per esigenze di lunghezza di funzionamento o di raccordo con elementi esistenti, si rende necessario prevedere le nuove barriere su un cordolo in calcestruzzo.

Anche questa opera è stata verificata agli elementi finiti con apposito modello di calcolo come da successivo schema :

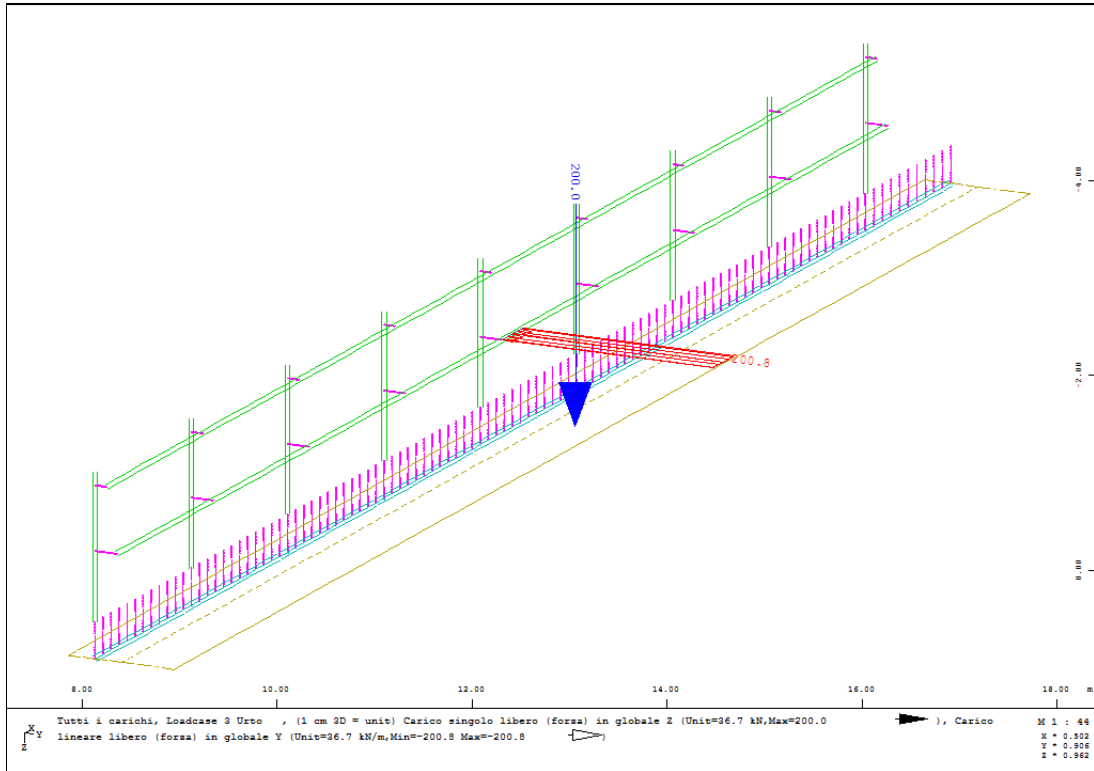


Rendering strutturale dell'opera



Geometria strutturale dell'opera

Ed anch'esso è stato sollecitato dall'urto del veicolo in svio, come da normativa vigente

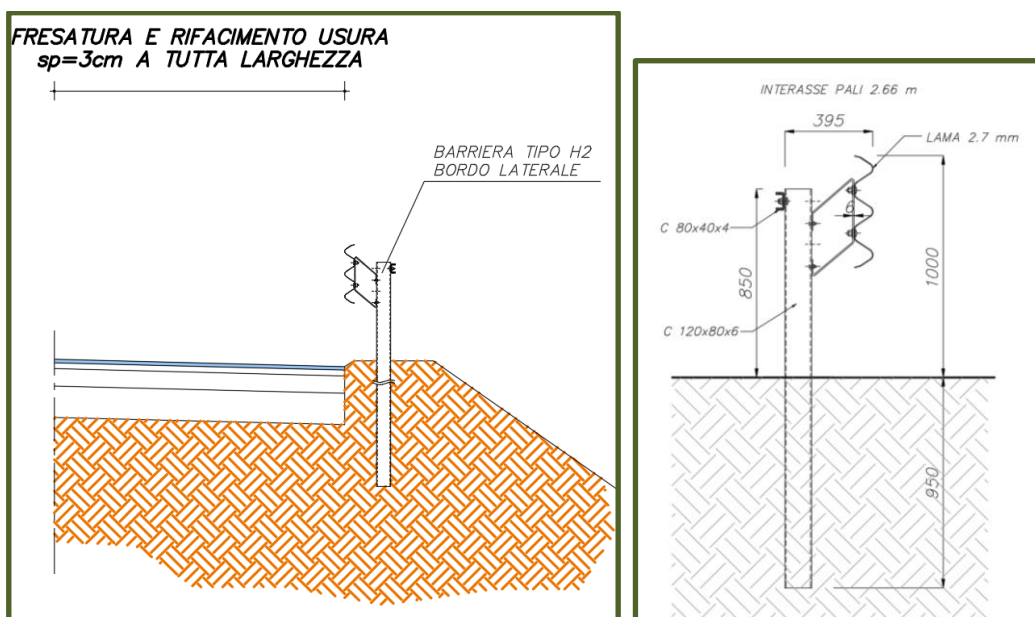


Azione eccezionale - urto da svio

riscontrando sempre risultati ammissibili dalle strutture previste.

6.2.3 Intervento Tipo IV

Ripristino barriera bordo strada mediante sostituzione dell'elemento posto a margine con barriere H2 BL, in corrispondenza del ciglio stradale.



Questo intervento di fatto si configura come un semplice impianto di nuova barriera su terra. Tuttavia si prevede di posizionarlo ed eventualmente di regolarizzare la banchina esistente così da garantire una larghezza complessiva della banchina stessa prossima o superiore a 1.25 metri, per un corretto funzionamento della barriera stessa.

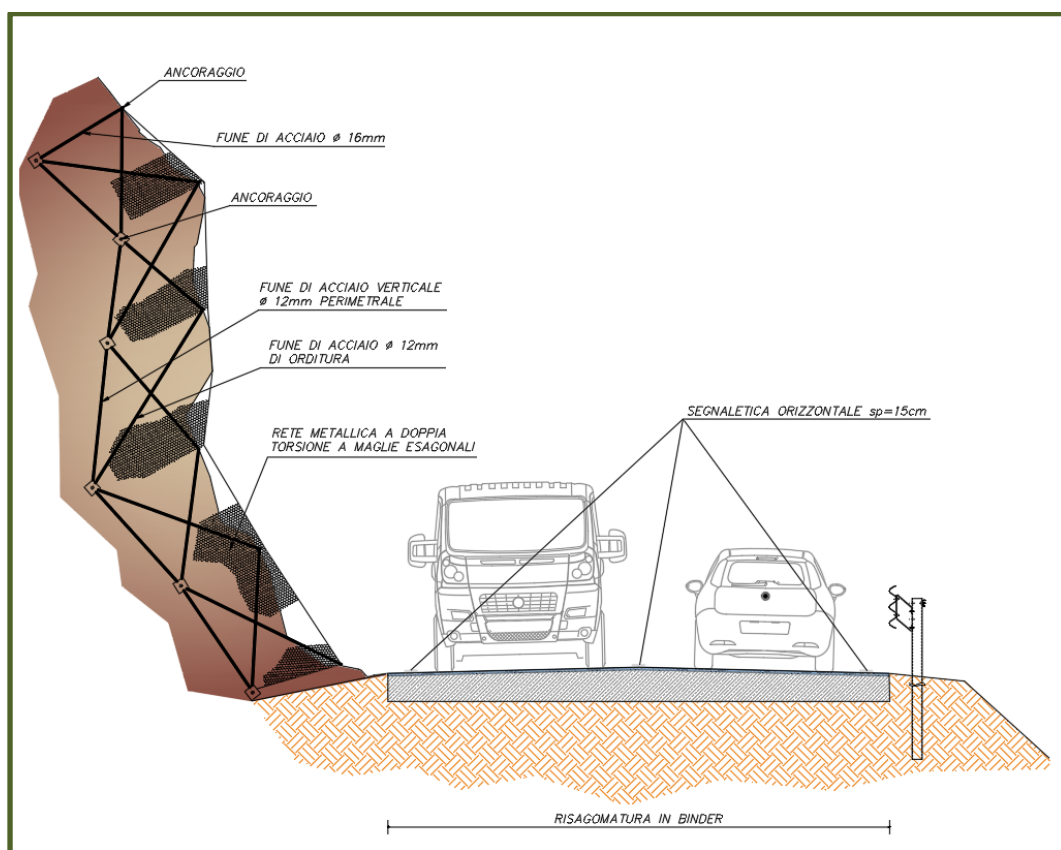
Quale tipologia di barriera si è utilizzato un montante normalizzato per il quale si prevede una infissione di lunghezza pari a circa 95 centimetri, per garantire l'adeguata infissione nel terreno della banchina stradale.

6.2.4 Intervento Tipo V

Lungo il tratto di strada esaminato si hanno alcuni tratti caratterizzati dalla presenza di una barriera di rivestimento corticale del pendio, costituita da rete metallica fissata da una trama di tiranti e chiodature.

In alcuni di tali tratti la barriera e che si presenta in condizioni fortemente ammalorate, tant'è che, in accordo con Anas S.p.A., si è decisa la sua sostituzione con una nuova rete corticale paramassi di rivestimento.

La sezione tipologica è la seguente :



Anche questi interventi sono stati oggetto di verifica statica ai sensi della vigente Normativa ed in questo caso anche degli Eurocodici (adeguatamente adattati al tipo di opera),

dimensionando sia le chiodature (dimensioni e lunghezza) sia la rete di rivestimento, come riportato nella relazione di calcolo allegata al progetto.

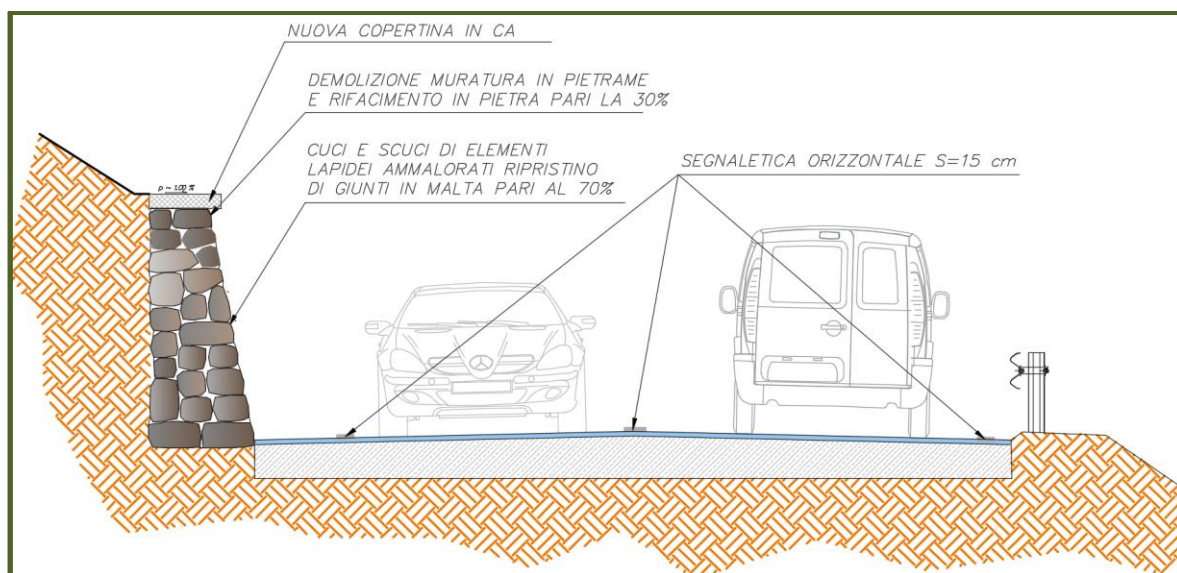
6.2.5 Intervento Tipo VI

Ripristino superficiale di opere di sostegno esistenti in pietrame.

Questo tipo di intervento si presenta come un semplice intervento di manutenzione del paramento del muro in pietra al fine di evitare successivi distacchi di elementi con conseguente disconnessione del muro stesso.

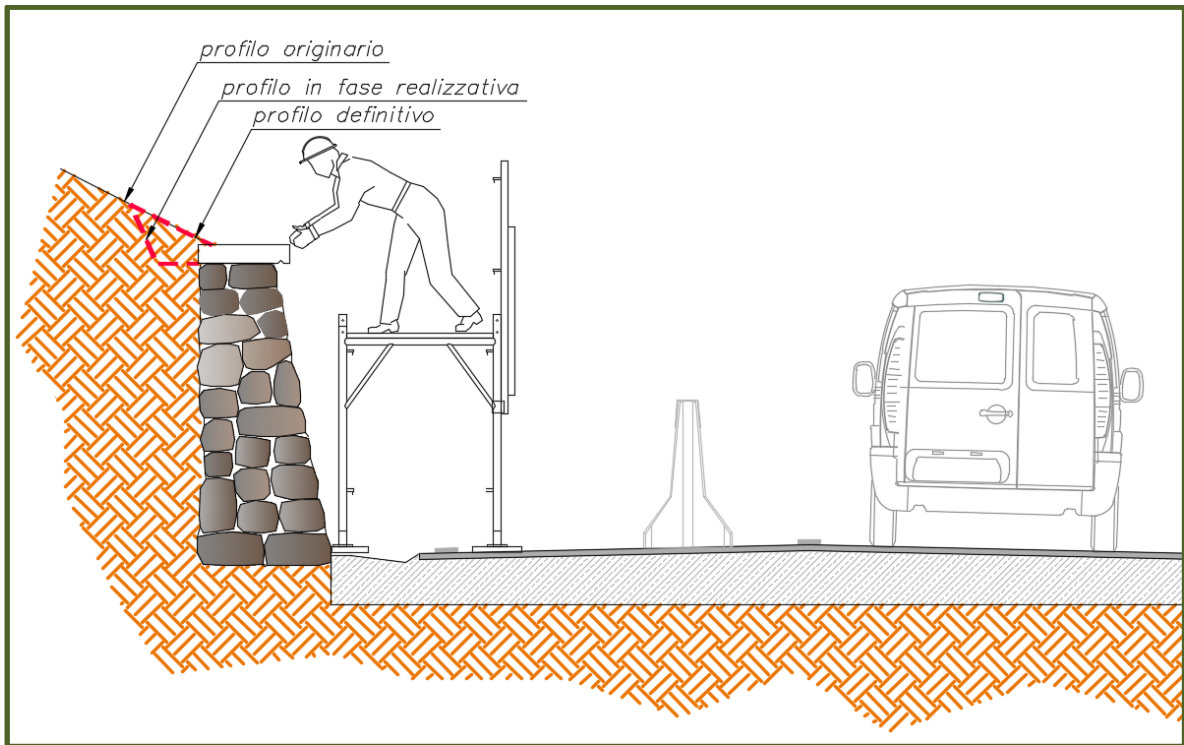
L'intervento non ha valenza di carattere strutturale in quanto non viene alterata la geometria e le caratteristiche dell'opera esistente, ma viene solamente ripristinato il paramento, costituito da pietrame ad opera incerta legato con malta, che dovesse presentare ammaloramenti o allentamenti, se non addirittura cadute, di elementi lapidei.

Lo schema tipologico di intervento è il seguente :



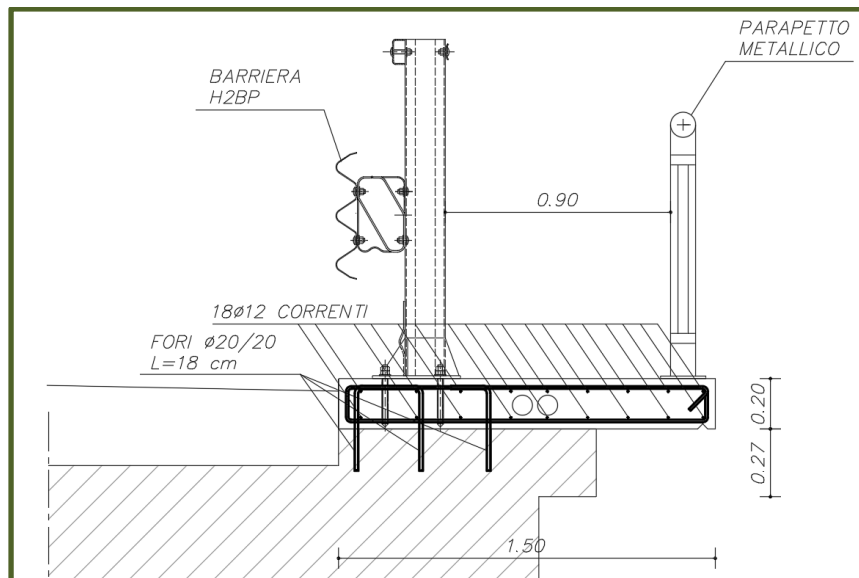
In sommità dell'opera viene ripristinata la copertina in calcestruzzo che si raccorda con il terreno di scarpata esistente retrostante, ed alla quale viene data una modesta pendenza verso valle (pari a circa 1.00 %) così da permettere lo scarico delle acque meteoriche e la loro raccolta al ciglio stradale, mantenendo quindi inalterata la configurazione di regimazione esistente.

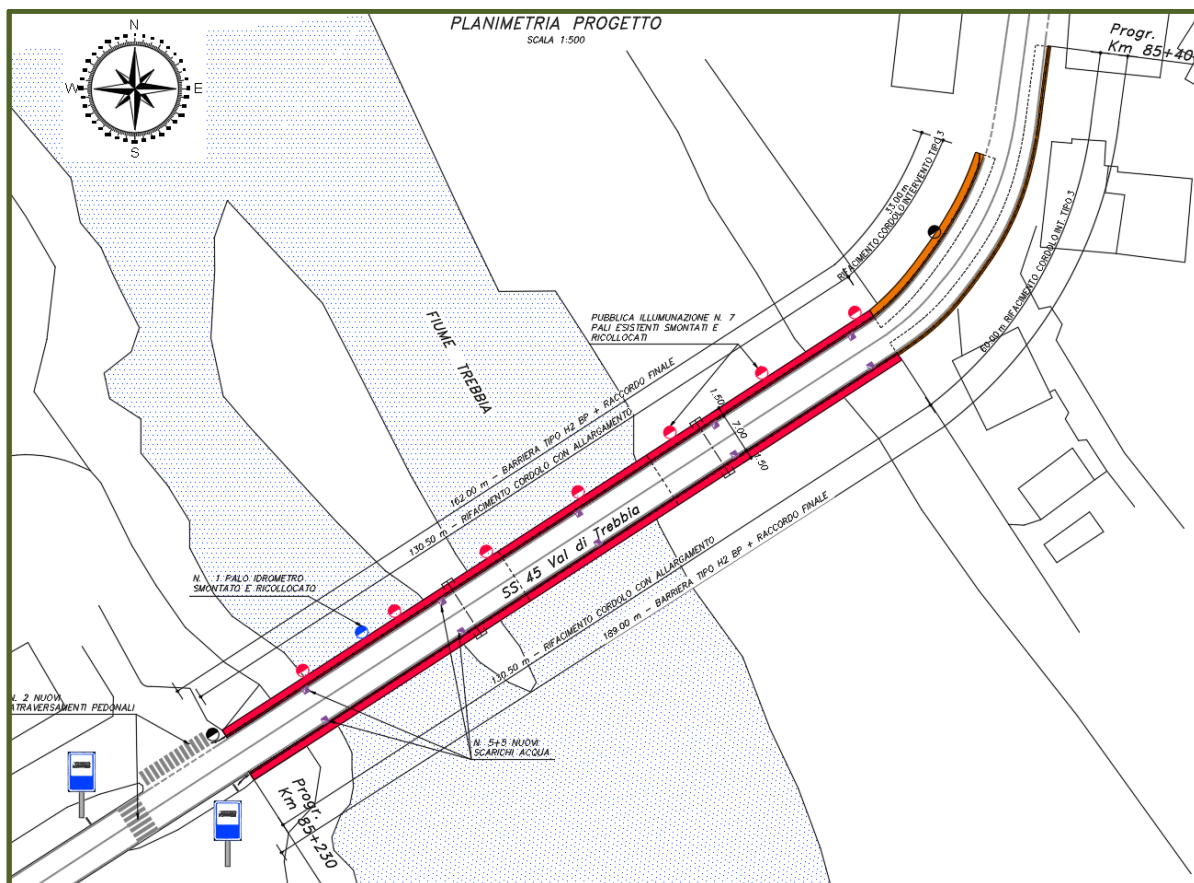
In fase realizzativa si prevede infine di effettuare solamente un modestissimo scavo temporaneo della quantità di terreno che nel tempo è colata dalla scarpata, al fine di scoprire la testa del muro. Con la realizzazione della copertina si ripristinerà di fatto lo stato originario della scarpata esistente, come si può vedere dalla seguente immagine.



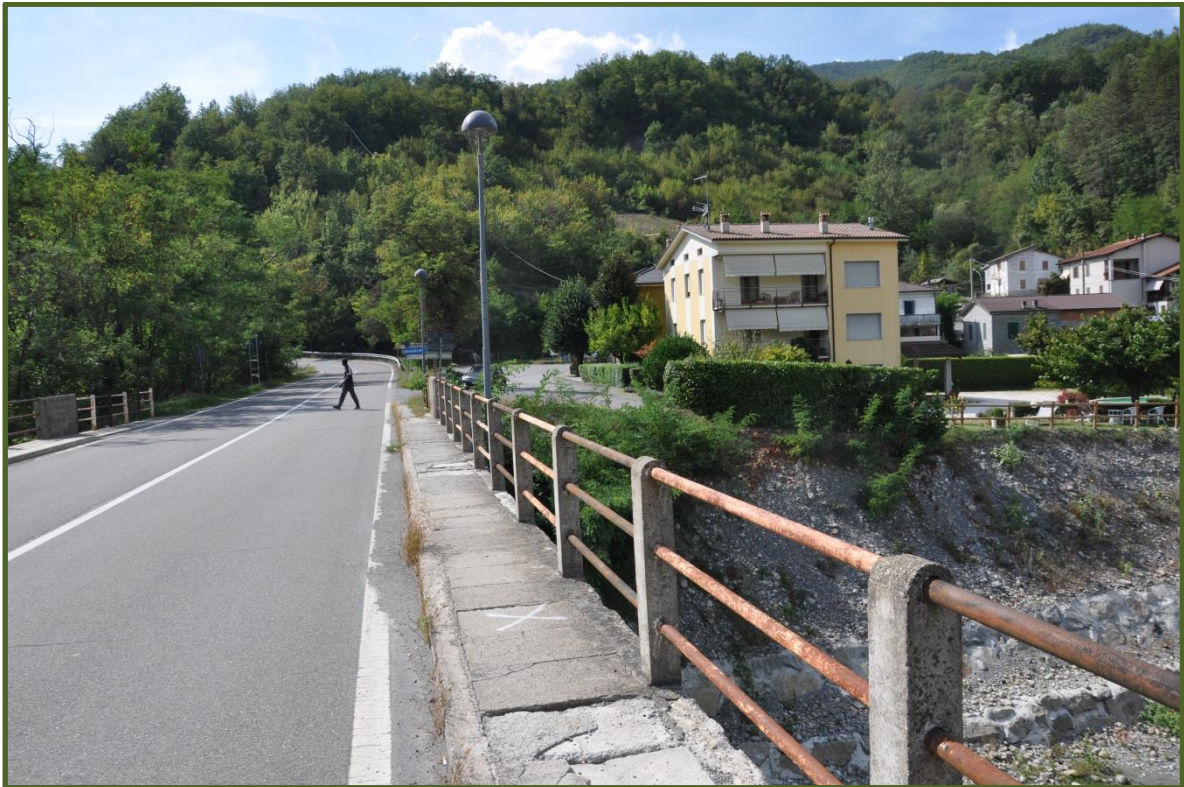
6.2.6 Intervento Tipo VII

Adeguamento del cordolo del l'esistente "Ponte Marsaglia" fra il km 85+220 ed il km 85+400, costituito dal posizionamento di una nuova barriera di protezione con adeguamento del cordolo e dei tratti di raccordo.





Gli interventi previsti, come specificato, sono relativi alla sola sostituzione delle barriere metalliche in corrispondenza del ponte e lungo le rampe di accesso; tali barriere infatti si trovano al momento in condizioni non adeguate al traffico dell'opera, come si può desumere dalle seguenti immagini :



L'intervento quindi comprende, oltre alla sostituzione delle vetuste barriere esistenti, il rifacimento dei cordoli, la nuova pavimentazione sia dell'impalcato sia delle rampe e dei raccordi con la pavimentazione esistente, sia infine il rifacimento dei pluviali di scarico dell'acqua meteorica dalla sede stradale dell'impalcato.

Tale intervento riveste un importante carattere di aumento dei livelli minimi di sicurezza per gli utenti.

Trattandosi peraltro di un'opera situata all'interno di un ambito praticamente urbano, come si evidenzia dalle fotografie, si è voluto inoltre realizzare anche un passaggio pedonale protetto, attualmente presente ma non protetto in alcun modo verso la sede stradale.

Gli interventi così individuati non alterano il comportamento statico dell'opera in quanto :

- non modificano in maniera apprezzabile i pesi ed i carichi permanenti complessivi dell'opera;
- non introducono modifiche ai carichi accidentali, sia in entità sia in posizione sia quindi in configurazione di carico, rispetto a quanto originariamente previsto;
- non introducono alterazioni al comportamento resistente dell'impalcato del ponte, in quanto il sistema di precompressione dell'opera non viene interessato dagli interventi previsti.

Infine, le indagini condotte così come i conseguenti gli interventi previsti, secondo quanto definito dal Compartimento, non interessano sia le strutture di impalcato, sia gli apparecchi di appoggio, sia i giunti sia infine le sottostrutture (spalle e pile) in quanto queste saranno oggetto di eventuali futuri interventi specifici di ripristino funzionale.

6.3 OPERE IDRAULICHE

Come già precedentemente descritto nel Capitolo 4 "Aspetti Idraulici", gli interventi che sono contenuti nel presente progetto non interferiscono, e quindi non alterano, il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche della strada attuale.

I soli punti che sono stati oggetto di verifica sono i cordoli delle soletta su micropali che realizzano un modesto risalto al ciglio, pari a circa 4.00 centimetri, che di fatto impediscono lo smaltimento dell'acqua verso valle, qualora la soletta si trovi in rettilineo o all'interno di una curva.

Si sono quindi previsti scassi nel cordolo con interasse pari a 4.50 metri ed aventi dimensioni pari a 20.00 centimetri di larghezza e 4.00 centimetri circa di altezza, (portandoli quindi a raso con la pavimentazione in asfalto) che rappresentano quindi delle vere e proprie "finestre" per lo scarico dell'acqua di piattaforma verso il suo recapito naturale di valle.

Inoltre, non avendo lavorazioni che si trovino all'esterno della sede stradale, e non potendo peraltro interessare proprietà private, frontisti ecc ..., non si prevedono interventi in corrispondenza di attraversamenti, fossi o tombini in quanto il loro funzionamento e la loro funzionalità complessiva, rimane assolutamente inalterata rispetto alla situazione attuale.

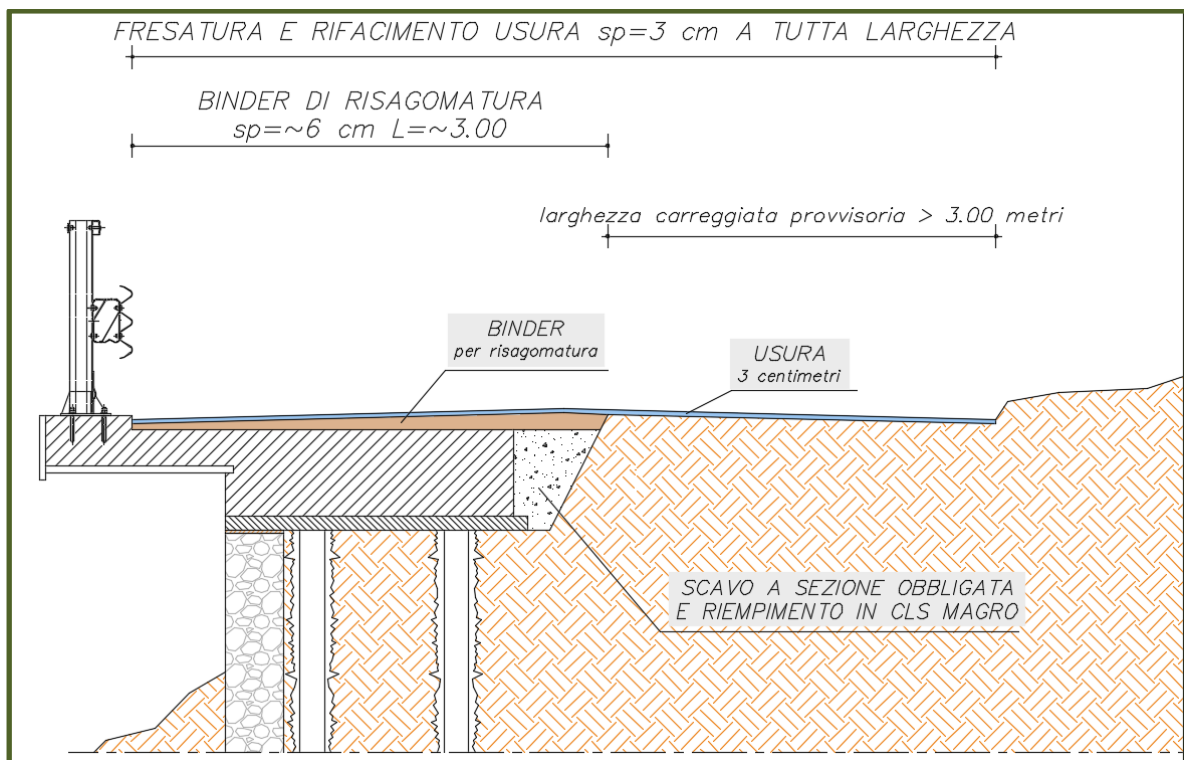
6.4 PAVIMENTAZIONI

Nell'ambito dei lavori di realizzazione delle opere in cemento armato propedeutiche alla posa in opera della nuova barriera metallica guard-rail, costituite quindi da cordoli, solette ecc ... si produrranno scavi e riempimenti all'interno della esistente sede stradale.

In ambito progettuale, relativamente alle pavimentazioni, è stato quindi previsto, in corrispondenza della sede stradale interessata dalla realizzazione della nuova opera, di ricostituire la pavimentazione stradale prevedendo :

- uno strato di binder, per risagomare e realizzare le necessarie pendenze, per uno spessore medio pari a circa 6.00 centimetri;
- il rifacimento completo del tappeto di usura per tutta la larghezza della strada nel tratto di intervento, estendendolo in raccordo per circa 20.00 metri per parte di ulteriore sviluppo.

In corrispondenza dei tratti a difficile compattazione (ad esempio in corrispondenza delle pareti verticali delle solette) si prevederà un riempimento di calcestruzzo magro al fine di evitare possibili futuri assestamenti per non perfetta compattazione.



Naturalmente in corrispondenza della superficie fra binder o strato di sotto fresatura, e tappeto di usura, si prevederà una mano di attacco in bitume spruzzato.

Infine, tutti i conglomerati bituminosi (binder e tappeto) sono previsti costituiti da bitume modificato del tipo Hard.

Come si evidenzia nella sezione tipologica e come è stato riscontrato nell'analisi delle sezioni reali di intervento, durante le fasi di lavorazione si prevederà sempre una

carreggiata percorribile a senso unico alternato di larghezza netta non inferiore a circa 3.00 metri.

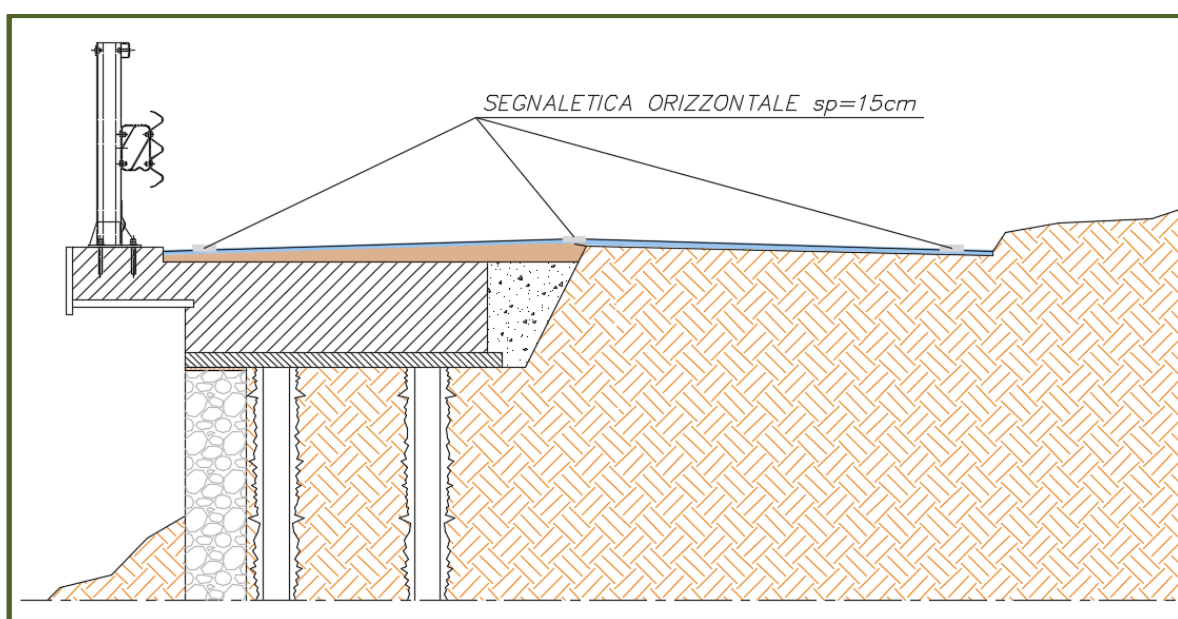
6.5 GEOMETRIA STRADALE E SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE

6.5.1 Segnaletica orizzontale

In corrispondenza dei tratti in cui verrà ricostituita la pavimentazione stradale, si prevederà naturalmente il rifacimento della segnaletica orizzontale.

La segnaletica orizzontale sarà costituita dalle seguenti strisce :

- striscia laterale continua (una per lato) di larghezza pari a 15.00 centimetri
- striscia di mezzzeria, continua o tratteggiata, di larghezza pari a 15.00 centimetri



In linea generale la posizione delle strisce sarà la medesima della situazione attuale, così da mantenere una continuità ed omogeneità delle dimensioni delle due corsie di marcia nella carreggiata stradale.

Gli eventuali modesti allargamenti che si dovessero venire a creare a seguito della regolarizzazione del nuovo cordolo o soletta, peraltro puntuale, e del posizionamento delle barriere, saranno zebrati così da realizzare un allargamento di sicurezza in curva, migliorando quindi le condizioni di sicurezza del transito veicolare pur senza modificare nominalmente la larghezza delle carreggiate esistenti.

Tutte le strisce saranno costituite da vernice a solvente premiscelata con perline di vetro per una adeguata visione diurna e notturna e anch'esse saranno estese all'interno tratto oggetto di intervento ed ai raccordi di pavimentazione previsti.

6.5.2 Segnaletica verticale

L'intervento non prevede un adeguamento o una sostituzione della segnaletica verticale, anche perché nei vari tratti interessati non vi è presenza di cartelli significativi o di portali che debbano essere rimossi o riposizionati nel corso degli interventi previsti.

I soli elementi che dovranno essere ricollocati in alcuni casi sono quelli relativi ai cartelli chilometrici ed ettometrici, per i quali si prevederà lo spostamento, ove necessario.

7 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Si riportano alcune immagini atte a sottolineare lo stato dei luoghi e degli elementi di margine della piattaforma stradale.



Foto 01



Foto 02



Foto 03



Foto 04



Foto 05



Foto 06

8 TEMPI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Si allega il cronoprogramma individuato per l'appalto in oggetto con durata massima prevista di 200 g. naturali e consecutivi, comprensivi dei giorni previsti di tempo avverso.

9 QUADRO ECONOMICO

La valutazione dei lavori è stata condotta utilizzando i prezzi in vigore presso il Compartimento di Bologna per l'anno 2018 ed il quadro economico per lavori dell'intervento risulta il seguente :

A)	Lavori a base di Appalto			
a1	Sommano i Lavori a Corpo		€ -	
a2	Sommano i Lavori a Misura		€ 5 448 878,06	
a3	Totale lavori		€ 5 448 878,06	€ 5 448 878,06
a4	A sommare costi della sicurezza non soggetti a ribasso	5,08%	€ 276 703,05	
A	Totale a base di appalto	a3+a4	€ 5 725 581,11	€ 5 725 581,11
a6	A detrarre costi della sicurezza non soggetti a ribasso		€ 276 703,05	
a7	Importo lavori soggetto a ribasso	a5-a6	€ 5 448 878,06	€ 5 448 878,06
B)	Somme a disposizione della stazione appaltante			
b1	Lavori in economia		€ 180 000,00	
b3	Eliminazione interferenze		€ 20 000,00	
b5	Rilievi, accertamenti ed indagini e sondaggi		€ 40 000,00	
b6	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche		€ 58 747,06	
b12	Spese per pubblicità per bandi ed avvisi di gara		€ 30 000,00	
b13	Spese di funzionamento A.V.C.P. (Autorità di Vigilanza)		€ 600,00	
B	Totale Somme a Disposizione			€ 329 347,06
C)	Oneri d'investimento (A+B)	12,50%		€ 756 866,02
	Totale Importo Investimento			€ 6 811 794,19
D)	Oneri IVA per memoria (A+B-b2 (se non previsti pagamenti a società)-b10-b11-b13)	22,00%		€ 1 331 952,20

TECNOLAB s.r.l.
66026 ORTONA (CH)
Zona Industriale C.da Cucullo
Telefono 085.903 9193 r.a.
Fax 085.903 9202
www.tecnolab.org
e-mail info@tecnolab.org

sede legale 66026 ORTONA (CH)
Zona Industriale C.da Cucullo
Reg. Trib. di Chieti 6084
CCIAA di Chieti 99996
P. IVA 01626100695

Concessione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)



**PROVE, RICERCHE
E SPERIMENTAZIONI
SUI MATERIALI
DA COSTRUZIONE**



RELAZIONE METODOLOGICA

Rilievo piano altimetrico di tratti alterno della S.S. 45 "di Val Trebbia"

Committente: Anas Spa
Via Monzambano, 10
00185- Roma (RM)

Proprietario: Anas Spa
Viale Masini 8
40126 - Bologna (BO)

Vs. Prot.: CDG-379897-P DEL 13/07/2018

Cantiere: BOFRP9446MS2018 - (S.S. 45 "DI VAL TREBBIA" - TRONCO DAL KM 62+000 AL 95+000. LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MIGLIORAMENTO DELLA S.S. 45 DAL KM 62+000 AL KM 95+000 IN TRATTI SALTUARI, MEDIANTE ADEGUAMENTO DELLE BARRIERE DI SICUREZZA E DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE A CADUTA MASSI).

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Marco Di Pietro

Rilievo SS 45 “della Val Trebbia”

RELAZIONE METODOLOGICA

PREMESSA

La presente relazione illustra le modalità attraverso le quali è stato sviluppato il servizio di rilievo e restituzione grafica finalizzata al mappaggio dello stato di fatto della SS 45 Piacenza Sud, nei tratti:

72+800 – 73+300;

73+800 – 74+600;

78.300 – 81.000;

Ponte Marsaglia.



Date le caratteristiche del sito da rilevare, è stata utilizzata una tecnica mista (rilievo da terra con gps di precisione, stazione totale e fotogrammetria con sistemi a pilotaggio remoto) per acquisire i dati e restituire le informazioni in tempo ridotto e con la possibilità di integrare i disegni anche in un secondo momento, avendo elaborato una nuvola di punti misurata e consultabile per qualsivoglia esigenza.



1. IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

I rilievi condotti con la tecnica mista ed in particolar modo combinando le tecniche tradizionali con l'utilizzo di Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR, i cosiddetti “droni”) hanno consentito di restituire fedelmente i tratti in esame, anche nei punti più difficilmente accessibili in tempi brevi ed a costi accessibili, nonché in totale sicurezza sia per l'operatore (pilota) che per le persone, i veicoli ed i manufatti che occupano o transitano nell'area

Dopo una prima fase di acquisizione delle misure di riferimento, raccolte grazie a strumentazione di precisione come la stazione totale ed il GPS di precisione, sono state acquisite le immagini necessarie alla ricostruzione tridimensionale dell'oggetto in analisi, attraverso ottiche da terra e SAPR.



Successivamente, grazie a software specializzati le immagini sono state discretizzate convertendole in nuvola di punti, la quale è stata “ancorata” ai punti noti acquisiti con GPS e stazione totale (Ground Control Point).

Tale combinazione di dati ha quindi permesso di ottenere un modello tridimensionale, scalato, misurabile e georeferenziato, di quanto rilevato.

1. FASI DEL RILIEVO E DELLA RESTITUZIONE GRAFICA

Preparazione del piano di volo

La conoscenza del sito è fondamentale nella parte di preparazione della campagna di rilievo.

In tale fase sono state studiate attentamente le infrastrutture presenti sull'area valutando le possibili limitazioni normative e le eventuali interferenze derivanti dalla presenza di antenne ed apparecchiature potenzialmente dannose per i SAPR.

Data la particolare conformazione dell'area da rilevare, è stata studiata la modalità di volo più idonea ed è stata messa a punto la campagna di misurazione a terra da condurre, affinché i dati raccolti risultassero compatibili e interlacciabili.

Rilievo in loco

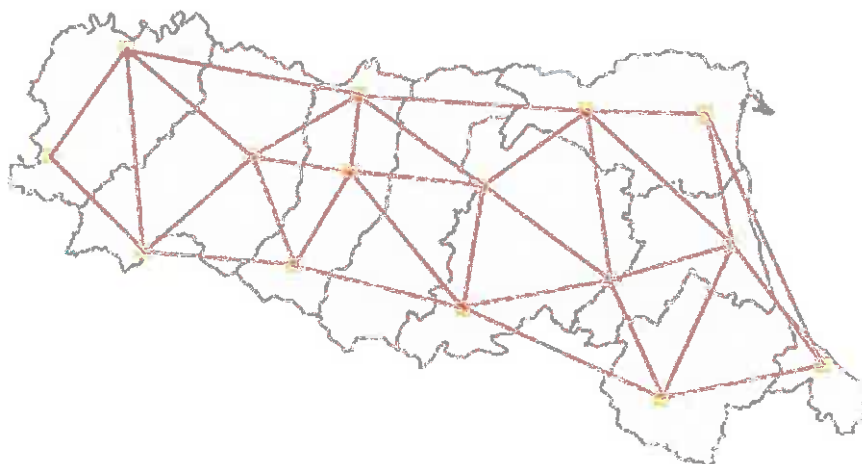
Il rilievo è stato basato sull'utilizzo di una tecnica mista, comprendente misurazioni effettuate con GPS di precisione, Stazione Totale, rilievo manuale e con tele-laser, utilizzo di SAPR e di ottiche fotografiche utilizzate a terra.

A tal fine si è proceduto con le misurazioni a terra di alcuni punti noti tramite GPS di precisione e/o stazione totale; tali punti sono stati utilizzati come punto di ancoraggio delle misure rilevate successivamente tramite SAPR, al fine di correggere eventuali slittamenti nello spazio e/o scale non precise del modello ottenuto. Elementi puntuali e/o di ridotte dimensioni come manufatti di tipo idraulico (caditoie, tombini...) sono infine stati misurati con Stazione totale da terra.

Tale tecnica mista ha consentito di ottenere un numero di informazioni maggiori rispetto a quanto non sarebbe stato possibile ottenere con il solo rilievo da terra.

- Rilievo a terra con GPS di precisione

Il rilievo è stato condotto creando una poligonale di inquadramento mediante l'utilizzo del Rover GPS LEICA GS 15 con palmare CS 15 in modalità RTK (Real Time Kinematic). Tale modalità di rilievo si fonda sull'utilizzo del segnale GPS, ricevuto dai satelliti della costellazione NAVISTAR, e dalle correzioni differenziali ottenute mediante collegamento internet alla stazione GPS permanente della rete geodetica della Regione Emilia Romagna.





Servizio di posizionamento GNSS

Rilievo SS 45 "della Val Trebbia"

RELAZIONE METODOLOGICA

In particolare, per le correzioni differenziali di questo rilievo, si sono utilizzati i dati forniti dalla stazione permanente di Bobbio (di cui di seguito si riporta la monografia).

RETE DI STAZIONI PERMANENTI GNSS DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA	
Comune: Bobbio	Indirizzo: Via Gramsci, 20/A
Provincia: Piacenza	Punto N°:
Nome: BOBB	
Particolari della materializzazione: 	Ricevitore: Topcon Odyssey R5 (GPS + GLOPASS)
	Antenna: Topcon CR-3 cod. IGS: TPSCRS_GGD offset verticale base antenna marker = 0.030 m
Fotografia: 	Coordinate geografiche RDW ETRF2000 (2000.0): φ : 44° 46' 14.24038" λ : 9° 23' 00.37301" h : 370.570
	Coordinate geografiche IGS05 (ITRF2005): φ : 44° 46' 14.2525" λ : 9° 23' 00.3903" h : 370.543 m
	Notes:

La tecnologia GPS ha l'indubbio vantaggio di consentire la misura immediata di un punto, determinandone posizione X,Y e Z sul globo terrestre, ma è necessario ricordare che le quote misurate non sono di tipo ortometrico ma bensì ellissoidico; pertanto sarebbe stato necessario disporre di un modello dell'ondulazione locale del geode per potere avere le quote corrette rispetto al livello del mare.

Le stazioni di riferimento utilizzate sono le seguenti:

	Nome base	X (Est)	Y (Nord)	Z (Quota)
▶ 1	RTCM-REF_3413	530256.4	4955464.141	318.780

Rilievo sul ponte Marsaglia

Lista basi GPS		Coordinate elaborate		
	Nome base	X (Est)	Y (Nord)	Z (Quota)
▶ 1	RTCM-REF_0985	526695.5	4950118.271	551.478
2	RTCM-REF_1083	526746.3	4949981.958	553.759

Rilievo Km73,8 della SS45

Rilievo SS 45 "della Val Trebbia"

RELAZIONE METODOLOGICA

Lista basi GPS		Coordinate elaborate		
	Nome base	X (Est)	Y (Nord)	Z (Quota)
▶ 1	RTCM-REF_1093	528746.3	4949981.958	553.759

Rilievo Km74,8 della SS45

	Nome base	X (Est)	Y (Nord)	Z (Quota)
▶ 1	RTCM-REF_3749	529060.3	4953169.981	442.072
2	RTCM-REF_3963	528349.2	4952774.253	411.313
3	RTCM-REF_3991	528202.9	4952690.972	403.639
4	RTCM-REF_4015	528132.2	4952680.336	390.378
5	RTCM-REF_0309	528176.4	4952750.755	392.794
6	RTCM-REF_0339	528398.2	4952787.951	416.441
7	RTCM-REF_0419	528660.6	4953147.949	411.942

Rilievo dal Km 81 al Km 78,3 della SS45

Per la strumentazione utilizzata e le relative specifiche, si veda paragrafo apposito.

- Rilievo a terra con Stazione Totale

Gli elementi puntuali, prevalentemente quelli di tipo idraulico come tombini e caditoie sono stati rilevati attraverso l'utilizzo della Stazione Totale. Tale misurazione da terra ha consentito di ottenere una misurazione quanto più possibile fedele di elementi di ridotte dimensioni.



Per la strumentazione utilizzata e le relative specifiche, si veda paragrafo apposito.

Rilievo SS 45 “della Val Trebbia”

RELAZIONE METODOLOGICA

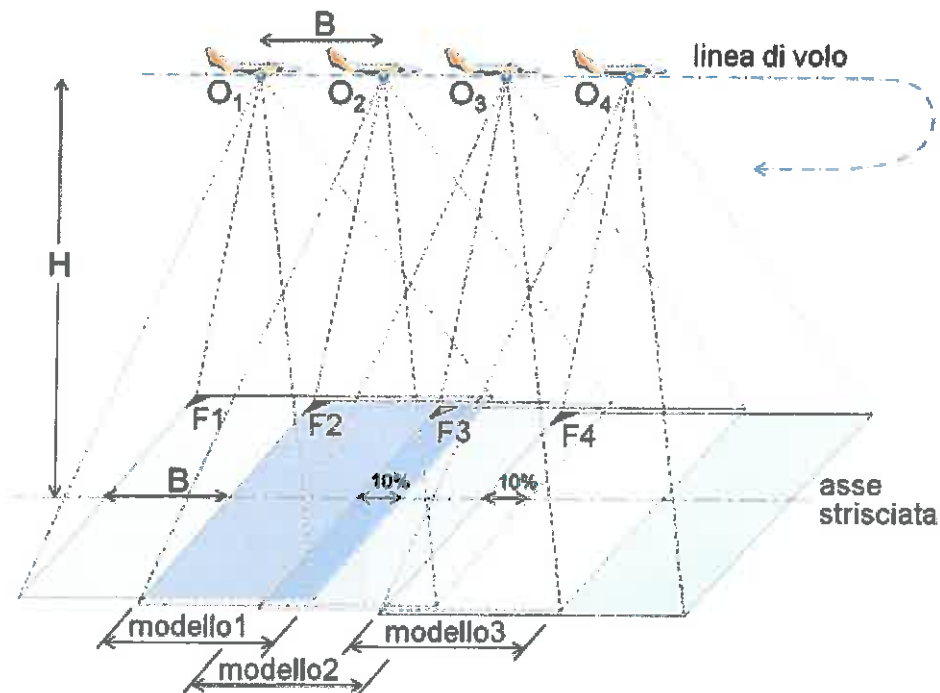
- Rilievo con Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto

Il volo con SAPR è stato condotto seguendo una traiettoria a griglia ad una altezza media di circa 60m dal suolo, utilizzando delle camere con focale 3.61 mm e risoluzione 4000 x 3000, ottenendo una Ground Resolution di 2.71 cm/pix.

Il numero di immagini raccolte è stato di circa 1.400 unità per i tratti di Strada Statale. Tale cifra non è arbitraria; i principi su cui si basa la fotogrammetria impongono infatti di acquisire immagini quanto più possibile ravvicinate al fine di ottenere una sufficiente sovrapposizione di fotogrammi consecutivi (*overlap*).

In tal modo si ottiene una sequenza concatenata, in cui il software può riconoscere ogni immagine come collegata – per caratteri relativi all’immagine e non ai dati di ripresa - alla precedente ed alla seguente.

Come appare chiaro, il numero di fotogrammi necessari è direttamente derivante dall’altezza di volo e dalla risoluzione cercata.



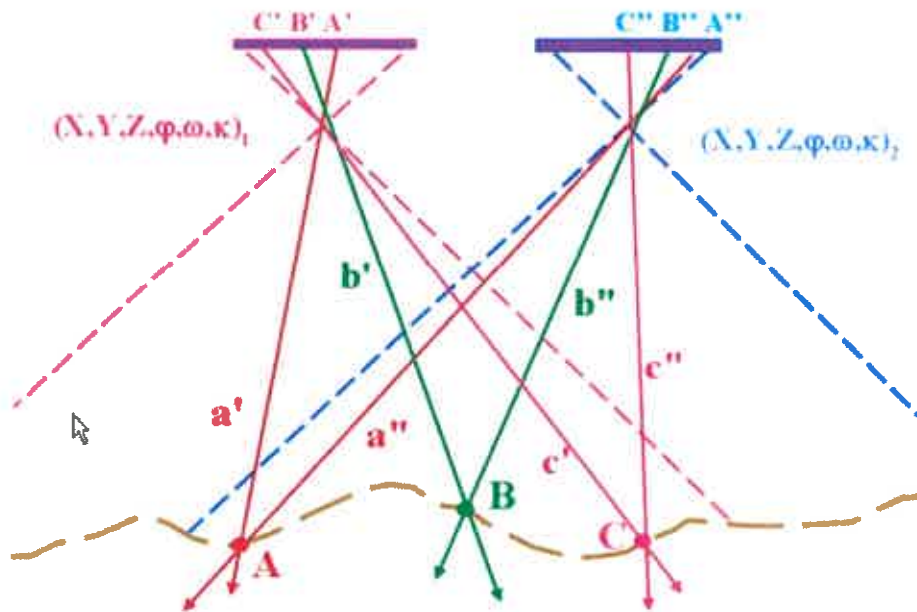
Grazie alle moderne tecnologie, ad oggi tali parametri sono determinati da software specializzati, in modo da evitare qualsivoglia errore causato da valutazioni tecniche fallaci o incomplete.

L'applicativo utilizzato nel caso in esame è stato Pix4D, software dedicato per il mappaggio da drone, appositamente sviluppato in compatibilità con i prodotti della casa produttrice delle macchine utilizzate per il rilievo in oggetto (DJI).

Per la strumentazione utilizzata e le relative specifiche, si veda paragrafo apposito.

Elaborazione dati

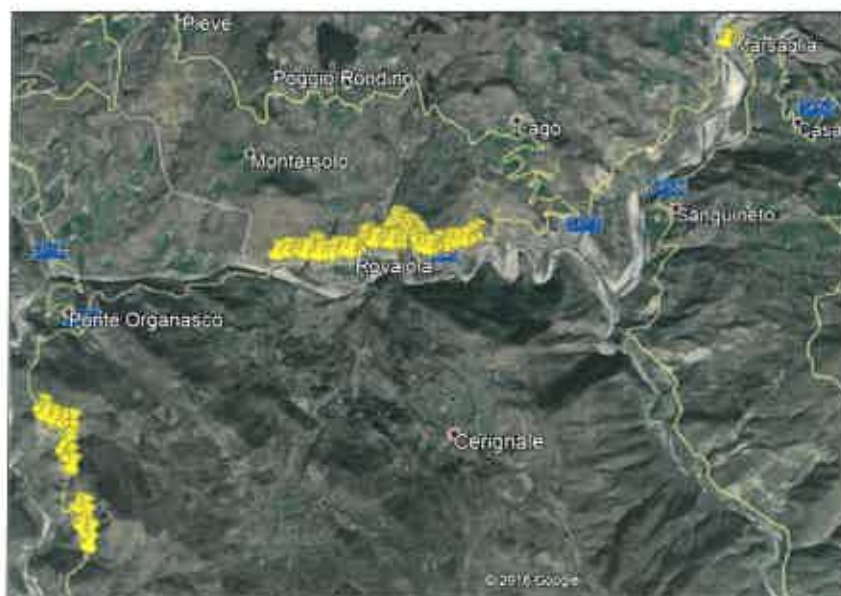
La creazione della nuvola di punti, come detto, è il risultato dell’applicazione di un modello matematico alle immagini acquisite, riconoscendo e collocando i diversi punti nello spazio attraverso la corrispondenza di questi in due o più fotogrammi.



A maggiore garanzia della del risultato, si attuano delle verifiche software attraverso le quali si scartano tutti i punti che non rientrano in determinati range di precisione (determinati a seconda della potenza dell’ottica utilizzata) o che non presentano un numero sufficiente di “sovrapposizioni”, ovvero che non sono stati ripresi in almeno tre frame distinti.

Il principio è molto simile a quello della trilaterazione, per il quale è necessario misurare uno stesso punto da più origini al fine di valutarne la posizione esatta rispetto ad un sistema di riferimento.

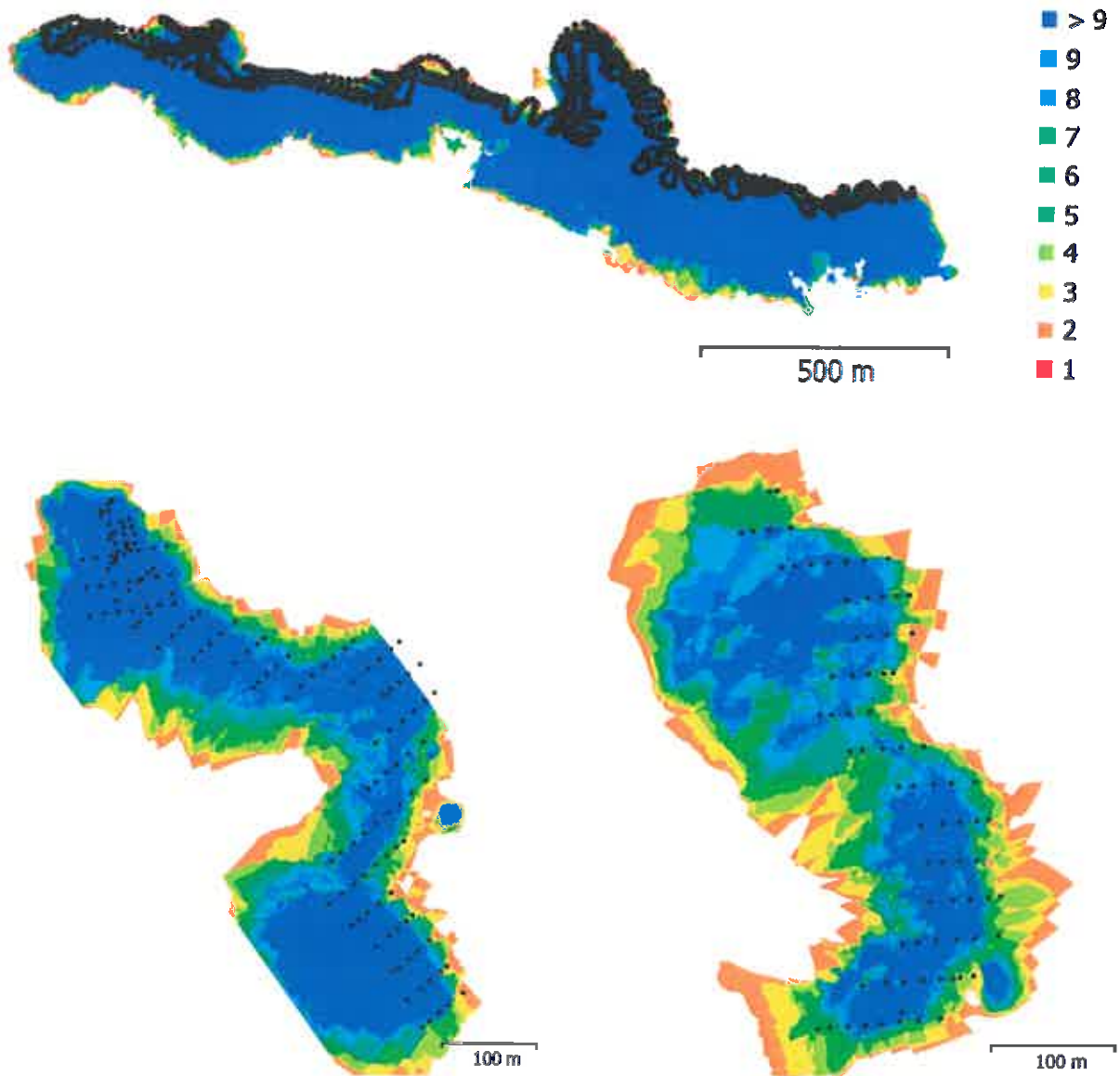
Una volta elaborata la nuvola di punti, questa è stata georeferenziata nello spazio ancorandola ai punti GPS battuti a terra, identificati nell’immagine seguente (Google Earth)



Rilievo SS 45 "della Val Trebbia"

RELAZIONE METODOLOGICA

Nei grafici seguenti, generati dai software di calcolo, si può apprezzare il numero e la posizione delle immagini acquisite per i tre tratti di SS 45; le diverse zone sono corredate da una scala cromatica a seconda del numero di frame nel quale compaiono e vengono riconosciuti i singoli punti. Come si nota, nell'area di interesse i punti estrapolati sono stati individuati da 9 o più frame distinti, a garanzia di massima fedeltà con il modello reale.



L'ultimo passaggio relativo all'extrapolazione dei dati consiste nell'isolamento delle informazioni necessarie: è infatti possibile estrarre ortofotopiani, curve di livello, sezioni o isolare punti nello spazio e classificarli secondo le loro caratteristiche o elementi di appartenenza (strade, muretti, tombini...).

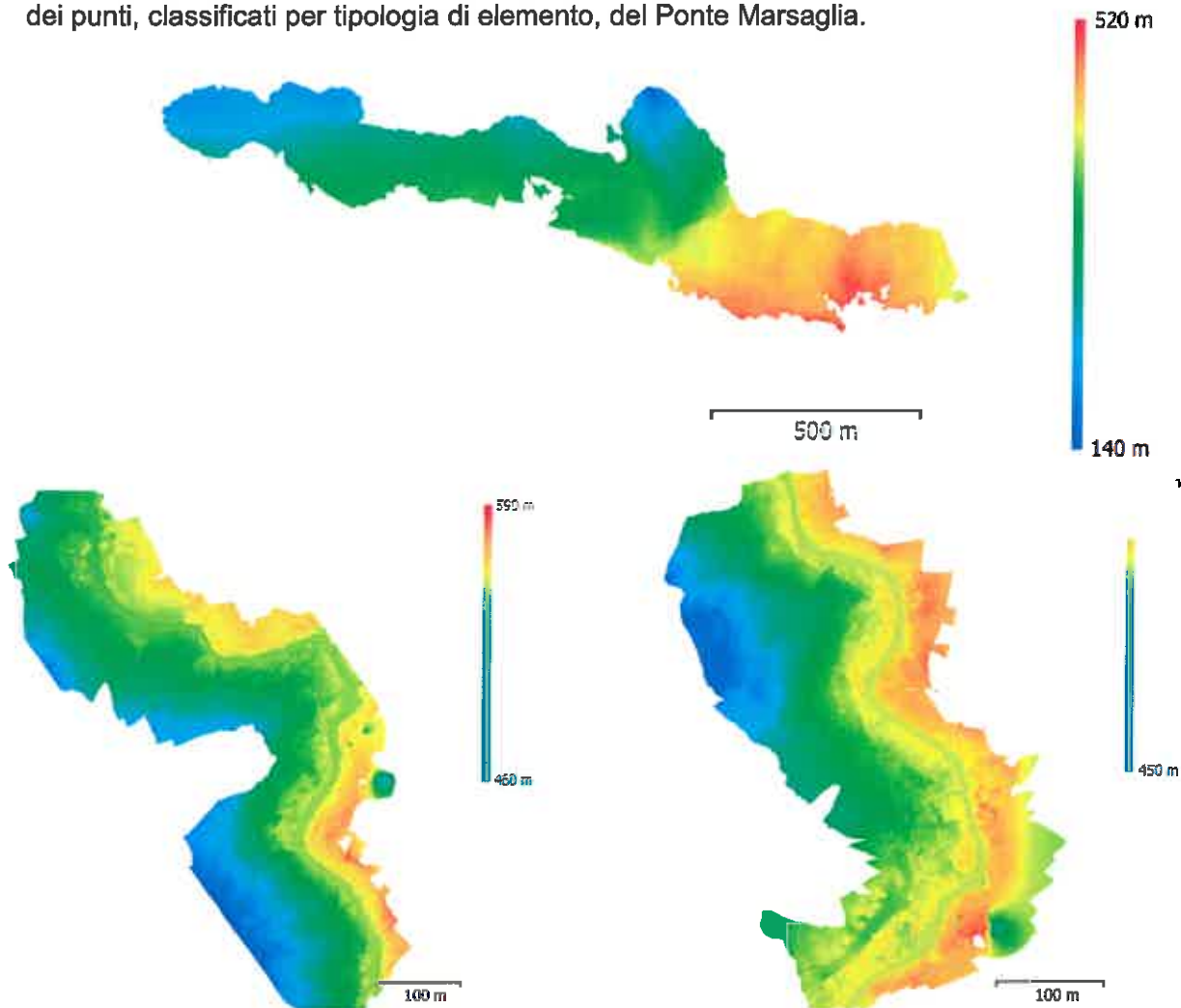
Appare chiaro come, essendo ogni punto della nuvola correttamente disposto rispetto a quelli circostanti, è possibile estrarre da tale nuvola qualsivoglia informazione, semplicemente procedendo ad una successiva e sempre più accurata classificazione dei punti.

Rilievo SS 45 “della Val Trebbia”

RELAZIONE METODOLOGICA

Sono dunque stati prodotti elaborati cad ex-novo a partire da quanto rilevato, generando planimetrie, sezioni stradali e tavole celerimetriche con l'individuazione per punti discretizzati degli elementi di interesse.

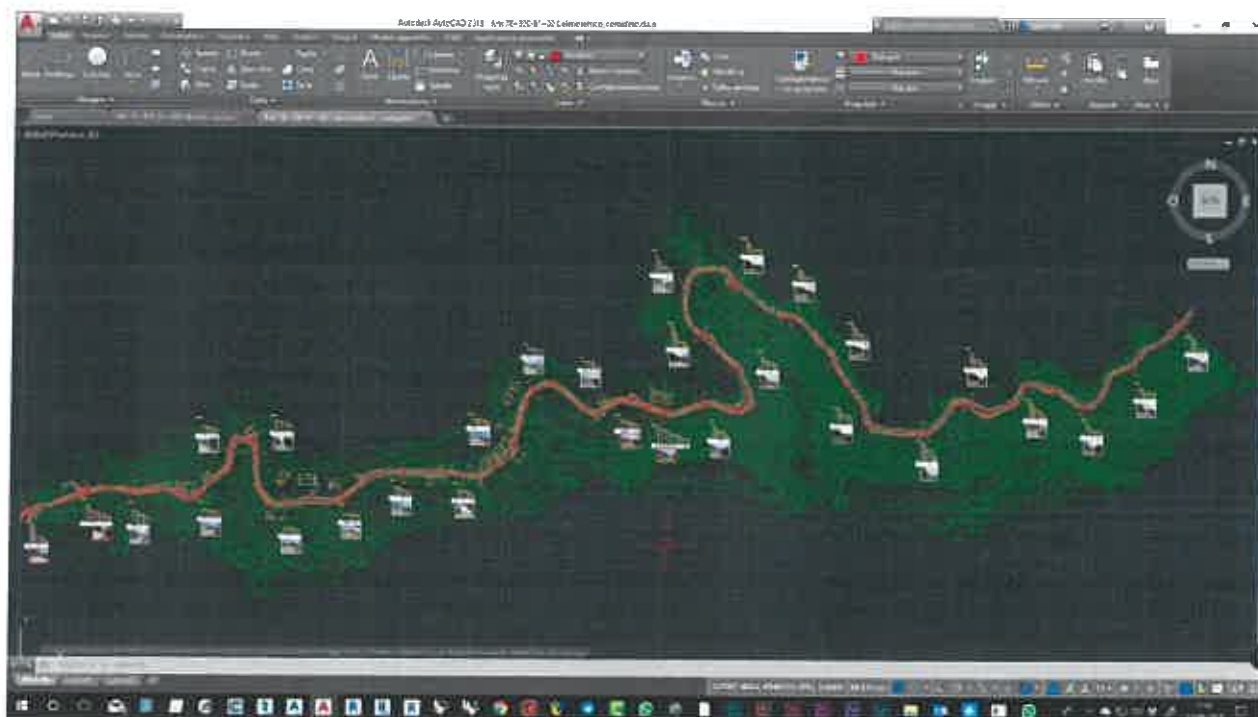
Nelle immagini che seguono: modelli digitali altimetrici dei tre tratti della SS45 e individuazione dei punti, classificati per tipologia di elemento, del Ponte Marsaglia.



Rilievo di tipo celerimetrico ottenuto

Rilievo SS 45 “della Val Trebbia”

RELAZIONE METODOLOGICA



3.STRUMENTAZIONE E APPARECCHI DI MISURA UTILIZZATI

Per il rilievo in oggetto sono state utilizzate le seguenti strumentazioni:

- drone DJI Phantom 4 quadricottero
sensore: 1" CMOS
pixels effettivi: 20M
focali: FOV 84° 8.8 mm/24 mm (35 mm equivalenti) f/2.8 - f/11 auto focus a 1 m - ∞
ISO: 100 - 3200 (Auto), 100- 12800 (Manuale)
Risoluzione immagini: 4096×2160(4096×2160 24/25/30/48/50p)
Ground Sampling Distance: 0,9 mm/px da 20m; 0,7 mm/px da 15m; 0,4 mm/px da 10m
Velocità massima: S-mode: 72 km/h; A-mode: 58 km/h; P-mode: 50 km/h
Peso: 1388 g batterie ed eliche incluse

- drone DJI Spark 300 quadricottero
sensore: 1/2.3" CMOS
pixels effettivi: 12M
focali: FOV 81.9° 25 mm (35 mm equivalenti) - f/2.6 autofocus da 2 m a ∞
ISO: 100 - 1600
Risoluzione immagini: 3968×2976
Ground Sampling Distance: 0,9 mm/px da 20m; 0,7 mm/px da 15m; 0,4 mm/px da 10m;
0,2 mm/px da 5 m
Velocità massima: S-mode: 50 km/h
Peso: 300 g batterie ed eliche incluse

- Nikon Reflex D5100
sensore: CMOS 23,6 x 15,6 mm
pixels effettivi: 16,2M
focali: AF-S DX NIKKOR 18-105mm f/3.5-5.6G ED VR
ISO: 100 - 6400
Risoluzione immagini: 4.928 x 3.264 (L); 3.696 x 2.448 (M); 2.464 x 1.632 (S)
Ground Sampling Distance: 3,1 mm/px da 10 m senza zoom ottico, con focale 18 mm.

- GoPro Hero5
pixels effettivi: 12M
GPS per acquisizione posizione
Video: 4K30 / 2,7K60 / 1440p80 / 960p120 / 720p240 fps

- Stazione totale Leica TS07
Precisione angolare 2"/0,6mgon
Portata senza prisma oltre 400m (800M R2 PRO)
Memoria interna fino a 20.000 punti, miniUSB, RS232, SD Card
Protezione contro acqua e polvere – IP66

- Gps di precisione per rilevamenti a terra Leica GS 15
Tecnologia GNSS: Tracciamento avanzato di quattro costellazioni
Numero di canali: 120 (fino a 60 satelliti simultaneamente su due frequenze) / 500+
Tracciamento del segnale: GPS (L1, L2, L2C, L5), Glonass (L1, L2), BeiDou (B1, B2), Galileo (E1, E5a, E5b, Alt-BOC) QZSS (L1, L2, L5)2, SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, CAGAN)
Leica SmartCheck RTK: Controllo continuo soluzioni RTK, affidabile 99.99%
Realtime cinematico: Orizzontale 8mm + 1ppm / Verticale 15mm + 1ppm
Post-elaborazione (statico e statico rapido): Orizz. 3mm + 0.5ppm / Vert. 5mm + 0.5ppm



2. SOFTWARE UTILIZZATI

- Pix4d Mapper
- Agisoft Photoscan
- Pix4d Capture
- Autodesk Recap
- PixDronePro (Software Proprietario)
- Autodesk Autocad 2018
- Autodesk Civil 3d 2018
- Rhinoceros V. 6.0.1
- Workstation professionale per elaborazione dati.

Di fondamentale importanza risulta infine l'utilizzo dei software più aggiornati, che garantiscono la completa compatibilità tra di loro e con la strumentazione utilizzata. Questo elemento è fondamentale in quanto l'elaborazione avviene trasportando file e dati di volta in volta sulle applicazioni più specializzate per l'ottenimento di un determinato elaborato.

3. COMPETENZE, FORMAZIONE ED ABILITAZIONI

I tecnici impiegati per la realizzazione del volo di rilievo sono piloti abilitati in possesso di regolare autorizzazione ENAC. Tale aspetto è importante perché garantisce un lavoro svolto in totale sicurezza per le persone e in ottemperanza della Normativa vigente, evitando al committente di incorrere in sanzioni amministrative/penali derivanti dall'uso improprio di SAPR.

In fase di elaborazione dati risulta di massima importanza la presenza di una figura formata e qualificata per l'utilizzo di software di grafica 2D/3D (Take Over si avvale della competenza di un istruttore certificato McNeel Rhinoceros, che gestisce e monitorizza ogni fase di elaborazione dati, massimizzando le possibilità offerte dai più recenti prodotti applicativi.

Grazie a tale disponibilità di apparecchiature hardware e software e di competenze è dunque possibile ottenere in modo *smart* ed in tempi ridotti la documentazione necessaria per la conoscenza di base del territorio.