



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

## PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

### Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:  
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:  
Dott. Maurizio D'Angelo

Bolognetta S.c.p.a.

## PERIZIA DI VARIANTE



Titolo elaborato:

### "TRATTO SCORCIAVACCHE" ELABORATI GENERALI INQUADRAMENTO DELL'OPERA Relazione generale tecnico descrittiva

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	S V	X X	R G 0 2	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:	
	SVXXRG02	1=1	4 1 3 7	-	
5					
4					
3					
2					
1					
0	PRIMA EMISSIONE		Ottobre 2017	C. Terriotti S. Fortino D. Tironi	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Il Progettista Responsabile <i>Prof. Ing. Mario Manassero</i>  ORDINE INGEGNERI N. PROVINCIA DI TORINO 6134 Prof. Ing. MARIO MANASSERO 	Il Geologo <i>Dott. Fabio Brunamonte</i>  	Il Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione: <i>Ing. Francesco Cocciantè</i>  <b>Il Coordinatore per la sicurezza          in fase di Esecuzione          Ing. Francesco Cocciantè</b> 	Il Direttore dei Lavori: <i>Ing. Sandro Favero</i>  <b>Il Direttore dei Lavori          Ing. Sandro Favero</b> 
---	---	---	---

ANAS S.p.A.		VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
DATA:	PROTOCOLLO:	
CODICE PROGETTO	L O 4 1 0 C E 1 1 0 1	<i>Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais</i>

## INDICE

<b>1</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL TRATTO IN PROGETTO.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>RILIEVI ED INDAGINI INTEGRATIVE.....</b>	<b>6</b>
4.1	RILIEVO CELERIMETRICO INTEGRATIVO .....	6
4.1	INDAGINI INTEGRATIVE .....	6
<b>5</b>	<b>GEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA .....</b>	<b>8</b>
5.1	GEOLOGIA .....	8
5.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	9
5.2	IDROGEOLOGIA.....	10
5.3	GEOMORFOLOGIA.....	11
5.4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....	12
<b>6</b>	<b>IDROLOGIA E IDRAULICA.....</b>	<b>13</b>
6.1	ACQUE DI PIATTAFORMA .....	13
6.2	ACQUE DI VERSANTE .....	14
<b>7</b>	<b>PROGETTO STRADALE.....</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>OPERE D'ARTE .....</b>	<b>17</b>
8.1	PARATIA DI PALI TIRANTATA.....	17
8.2	RILEVATI IN TERRA RINFORZATA.....	19
<b>9</b>	<b>FASI ESECUTIVE .....</b>	<b>21</b>
<b>10</b>	<b>CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.....</b>	<b>29</b>

## 1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

All'interno del presente documento si fa riferimento ai seguenti elaborati:

- [1] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica". Ottobre 2017. Codice: SVGERT05\_50\_4137.
- [2] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Relazione geotecnica e sismica". Ottobre 2017. Codice: SVGTRT03\_50\_4137.
- [3] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Planimetria ubicazione indagini geognostiche". Ottobre 2017. Codice: SVRIP002\_50\_4137.
- [4] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Relazione idraulica". Ottobre 2017. Codice: SVIDRT02\_50\_4137.
- [5] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Carta geologica". Ottobre 2017. Codice: SVGEP004\_50\_4137.
- [6] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Sezioni geologiche". Ottobre 2017. Codice: SVGEW004\_50\_4137.
- [7] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Profilo geologico". Ottobre 2017. Codice: SVGEL003\_50\_4137.
- [8] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Fasi realizzative opere di sostegno – Tav. 1/3". Ottobre 2017. Codice: SVOSC001\_50\_4137.
- [9] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Fasi realizzative opere di sostegno – Tav. 2/3". Ottobre 2017. Codice: SVOSC002\_50\_4137.
- [10] Progetto di rifacimento del rilevato Scorciavacche – dal km 11+140 al km 11+509. "Fasi realizzative opere di sostegno – Tav. 3/3". Ottobre 2017. Codice: SVOSC003\_50\_4137.

## 2 PREMESSA

Il presente progetto di rifacimento del rilevato di approccio al viadotto denominato “Scorciavacche 2” e delle relative opere di consolidamento riguarda il tratto stradale compreso tra la Progr. 11+140 e la Progr. 11+509 dell’asse principale della Strada Statale 121 e si inserisce nell’ambito dei lavori di ammodernamento del tratto Palermo – Lercara Friddi di tale infrastruttura e delle relative attività di progettazione esecutiva affidate al Contraente Generale.

La necessità di ricostruire il rilevato stradale tra la Progr. 11+300 e la Progr. 11+509, la cui realizzazione è stata completata nel 2014 sulla base del Progetto Esecutivo del Lotto funzionale n. 2 dei “Lavori di ammodernamento della Strada Statale 121” (nel seguito “Progetto Esecutivo originario”), e di eseguire opportune opere di consolidamento tra la Progr. 11+140 e la Progr. 11+509 è conseguente al verificarsi di due fenomeni di dissesto avvenuti tra la fine del 2014 ed i primi mesi del 2015 che hanno coinvolto il manufatto stradale, evidenziando condizioni geotecniche del sottosuolo più critiche di quelle previste nel sopra menzionato Progetto Esecutivo originario.

Sulla base delle indagini geotecniche e delle attività di monitoraggio eseguite nell’ambito del procedimento giudiziario che è seguito ai fenomeni di dissesto e degli ulteriori approfondimenti conoscitivi successivamente effettuati, sono state ridefinite le caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche del sottosuolo in corrispondenza del tratto di interesse progettuale. Da tali nuove valutazioni, illustrate nella “Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica” (doc. [1]) e nella “Relazione geotecnica e sismica” (doc. [2]) è derivata la progettazione esecutiva dei seguenti interventi:

- |  |  |
|--|--|
| dalla Progr. 11+140 alla Progr. 11+300 | paratia di pali tirantati “OS92”: opera di stabilizzazione da eseguire al piede del rilevato esistente con opera di sostegno in terra rinforzata, di cui è previsto il mantenimento; |
| dalla Progr. 11+300 alla Progr. 11+400 | paratia di pali tirantati “OS90A”: opera di stabilizzazione da eseguire al piede del rilevato con scarpata naturale di cui è previsto il rifacimento;                                |
| dalla Progr. 11+400 alla Progr. 11+509 | paratia di pali tirantati “OS90NEW”: opera di stabilizzazione da eseguire al piede del rilevato con opera di sostegno in terra rinforzata, di cui è previsto il rifacimento.         |

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”. PROGETTO DI RIFACIMENTO DEL RILEVATO SCORCIAVACCHE – DAL KM 11+140 AL KM 11+509

---

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA – DAL KM 11+140 AL KM 11+509

Inoltre, il presente progetto include la revisione delle analisi finalizzate alla progettazione delle opere idrauliche a presidio del tratto di rilevato in oggetto.

### **3 DESCRIZIONE DEL TRATTO IN PROGETTO**

Il tratto oggetto della presente progettazione esecutiva si sviluppa dalla progressiva di progetto Progr. 11+140 alla Progr. 11+509, per uno sviluppo totale di 369 m.

I criteri alla base del Progetto Esecutivo originario degli interventi di adeguamento previsti (i.e. miglioramento geometrico funzionale del tracciato, miglioramento sismico delle opere d'arte maggiori esistenti, eliminazione degli accessi diretti sulla strada principale e canalizzazione degli stessi verso viabilità alternativa esistente o di progetto) sono stati presi come riferimento anche per la presente attività progettuale.

Le caratteristiche della piattaforma stradale di tipo C1 in progetto non presentano pertanto variazioni rispetto alle indicazioni fornite nel Progetto Esecutivo originario.

## 4 RILIEVI ED INDAGINI INTEGRATIVE

### 4.1 RILIEVO CELERIMETRICO INTEGRATIVO

A supporto della progettazione esecutiva del rifacimento del rilevato in esame e delle relative opere di consolidamento geotecnico e di presidio idraulico, è stato effettuato, nel giugno 2017, un rilievo celerimetrico di dettaglio, avente lo scopo di materializzare l'effettiva topografia dell'area di interesse.

### 4.1 INDAGINI INTEGRATIVE

Le conoscenze di tipo geologico, idrogeologico e geotecnico alla base del Progetto Esecutivo originario, derivate dalle campagne d'indagine eseguite a supporto del Progetto Preliminare, del Progetto Definitivo e del Progetto Esecutivo, sono state integrate, nell'area in esame, dagli esiti delle seguenti campagne d'indagine:

- **campagna d'indagine 2015÷2016.** In sede di procedimento giudiziario, sotto la supervisione dei Consulenti Tecnici del G.I.P., è stata eseguita una campagna d'indagine principalmente finalizzata alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione dei tratti di rilevato interessati dai dissesti avvenuti tra la fine del 2014 ed i primi mesi del 2015 ed alla caratterizzazione geotecnica dei materiali utilizzati per la costruzione dello stesso rilevato oggetto di dissesto per superamento delle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni di fondazione.

A tale scopo sono stati eseguiti:

- n° 7 sondaggi geognostici a carotaggio continuo e n° 10 sondaggi a distruzione di nucleo per l'installazione di strumenti di monitoraggio;
- n° 6 scavi esplorativi, immediatamente a monte ed immediatamente a valle dei due dissesti osservati;
- n° 6 prove CPTU.

Oltre alle ordinarie attività di catalogazione e di riconoscimento stratigrafico, durante le perforazioni dei sondaggi a carotaggio continuo sono state eseguite prove speditive sulle carote estratte e sono stati prelevati campioni indisturbati e campioni rimaneggiati per l'esecuzione di prove di laboratorio.

Per la misura delle pressioni interstiziali agenti nei terreni di fondazione del rilevato sono stati installati n° 10 piezometri Casagrande e n° 3 piezometri a tubo aperto.

Per la misura degli spostamenti in profondità sono stati installati n° 4 inclinometri a sonda removibile, mentre per il controllo degli spostamenti in superficie è stata predisposta una rete di punti di misura monitorati con rilievi topografici di superficie.

Al fine di caratterizzare i materiali utilizzati per la costruzione del rilevato sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 7 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n° 12 prove di carico su piastra;
- n° 1 prova di permeabilità di tipo "Matsuo",

oltre a prove di classificazione e prove di compattazione di tipo Proctor.

Infine, sempre nella stessa campagna d'indagine è stata eseguita una tomografia elettrica tridimensionale del tratto di rilevato della S.S. 121 interessato dai dissesti e di una striscia di terreno collocato a valle di questo.

L'ubicazione planimetrica delle indagini sopra elencate è illustrata nell'elaborato grafico [3], mentre l'interpretazione dei risultati ottenuti è illustrata nel doc. [2].

- **sondaggio integrativo 2017.** Ad ulteriore approfondimento del quadro conoscitivo delle caratteristiche del sottosuolo, gli scriventi hanno pianificato l'esecuzione di due ulteriori sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (denominati SGE1 ed SGE2).

Delle due indagini pianificate è stata eseguita la sola verticale SGE2 (successivamente rinominata S1\_SCR), mentre non è stato possibile eseguire la verticale SGE1 a causa di problematiche di accesso (diniego da parte della proprietà).

Oltre alle ordinarie attività di catalogazione e di riconoscimento stratigrafico, durante la perforazione del sondaggio S1\_SCR sono state eseguite prove speditive sulle carote estratte.

L'ubicazione planimetrica della verticale in oggetto è illustrata nell'elaborato grafico [3], mentre l'interpretazione dei risultati ottenuti è riportata nel doc. [2].



## 5 GEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA

All'interno del presente Capitolo si fornisce una sintesi dell'inquadramento geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico derivato dagli appositi elaborati specialistici di cui ai docc. [1] e [2].

### 5.1 GEOLOGIA

Nell'ambito di riferimento progettuale sono state individuate le seguenti formazioni geologiche naturali di principale interesse (vedi docc. [5], [6] e [7]):

#### UNITA' b e bn – Depositi torrentizi e depositi torrentizi terrazzati

Sedimenti presenti in corrispondenza del reticolo idrografico attuale, costituiti da alternanze irregolari di sabbie e ghiaie con limi argillosi, a tratti prevalenti. Depositi eterogenei e con spiccata variabilità areale; spessore nell'ordine di alcuni metri (b).

Sedimenti alluvionali posti a quote superiori al reticolo attuale e non riferibili ai fenomeni di modellamento attuale ad opera delle acque di scorrimento incanalato. Alternanze di ghiaie e sabbie prevalenti, inglobanti localmente ciottoli, con interposizione di orizzonti limoso-argillosi. Alla sommità è presente generalmente un livello limoso-argilloso pedogenizzato. Spessore accertato di alcuni metri. Le indagini condotte in sede giudiziaria hanno rilevato la presenza dei depositi terrazzati anche al disotto dell'impronta del tracciato stradale in esame (bn).

#### UNITA' b2 – Coltri detritico-colluviali

Terreni sciolti, prevalentemente a granulometria limoso-argillosa, localmente inglobanti clasti eterometrici, derivanti dall'alterazione in posto delle litologie del substrato, a cui fa seguito il rapido rimaneggiamento ed un eventuale limitato trasporto ad opera delle acque di scorrimento superficiale non incanalate. In prossimità del fondovalle costituiscono una copertura pressoché continua con spessori accertati variabili da alcuni metri a circa 10 m da p.c..

#### UNITA' AVF' – Alterazione delle Argille varicolori inferiori

Orizzonte superiore di alterazione del substrato costituito dalle Argille varicolori. Limo argilloso sabbioso di colore avana, grigiastro o localmente marrone rossastro, inglobante inclusi litici e, localmente, con originaria struttura a scaglie sottili in parte riconoscibile. Caratteristiche e consistenza del terreno sono condizionate dallo sviluppo dei fenomeni di alterazione connessi ai circuiti idrici nei terreni sovrastanti e dallo stato deformativo del pendio. Le discontinuità tra le scaglie

sono generalmente aperte e ospitano una significativa circolazione idrica. Spessore riconosciuto in sondaggio  $1 \div 3$  m.

#### UNITA' AVF –Argille varicolori inferiori

Argille e marne di colore grigio verdastro o rossastro, argilliti policrome a tratti laminate con intercalazioni di marne verdastre, calcareniti e brecce calcaree. Depositi con giacitura generalmente caotica e struttura a scaglie derivante dall'intensa tettonizzazione subita. Spessore noto  $50 \div 180$  m.

### **5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Dal punto di vista geotecnico, le unità geologiche riportate nel precedente Paragrafo possono essere suddivise nelle seguenti formazioni di riferimento:

#### FORMAZIONE A – Strato di base

Formazione geotecnica corrispondente all'unità geologica AVF delle Argille varicolori inferiori.

Terreni ad elevata consistenza, talvolta lapidea, fortemente sovraconsolidati, caratterizzati da struttura scagliettata.

#### FORMAZIONE B – Coltre

Formazione geotecnica che raggruppa le unità geologiche delle coltri detritico-colluviali (b2), dei depositi torrentizi (b, bn) e della fascia alterata delle argille varicolori (AVF').

La formazione raggruppa terreni caratterizzati da una notevole eterogeneità: la loro composizione varia da quella della sabbia con ghiaia e blocchi, tipica delle unità b e bn, a quella delle argille limose (e.g. inclusioni a grana fine all'interno delle unità b e bn, coltri detritico-colluviali (b2), fascia alterata delle argille varicolori (AVF')).

All'interno di tale formazione sono state rilevate fasce di spessore discreto sottoposte ad elevati fenomeni deformativi (i.e. "shear band") nelle quali sono state superate le condizioni di resistenza di picco e sono pertanto mobilitabili valori della resistenza al taglio ridotti.

I materiali antropici utilizzati per la costruzione dei rilevati sono definiti all'interno della seguente formazione geotecnica di riferimento:

## FORMAZIONE R – Riporto e corpo stradale

La formazione comprende sia il materiale da costruzione del rilevato stradale e dell'opera di sostegno in terra rinforzata OS92, attualmente presenti in sito tra la Progr. 11+140 e la Progr. 11+300 e di cui è previsto il mantenimento, sia il materiale da costruzione della porzione di rilevato stradale compreso tra la Progr. 11+300 e la Progr. 11+509, dell'opera di sostegno in terra rinforzata OS90NEW e della scarpata naturale OS90A, attualmente in progetto.

Per il tratto di rilevato di cui è previsto il rifacimento si prevede l'impiego di materiale appartenente alle classi A1-a o A1-b di cui alla norma CNR-UNI 10006.

All'interno di tale formazione sono state altresì ricomprese le piste per mezzi di cantiere ed i sottofondi stradali della viabilità esistente.

## **5.2 IDROGEOLOGIA**

Gli strati più superficiali del sottosuolo, che costituiscono la Formazione geotecnica B, ospitano un sistema di falde sovrapposte, determinato da alternanze di livelli a media e bassa permeabilità, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa (i.e. unità b e bn).

L'andamento delle pressioni interstiziali può quindi essere governato da condizioni locali di parziale confinamento idraulico, che determinano l'instaurarsi di circuiti idrici permanenti nei livelli più profondi, generalmente interessati da fenomeni deformativi intensi (unità geologica/idrogeologica AVF').

All'interno della Formazione geotecnica B il livello piezometrico naturale può essere collocato in corrispondenza e/o in prossimità del piano di campagna naturale (soggiacenza compresa tra 0 e 3 m da p.c.).

Al di sotto della Formazione geotecnica B è presente l'unità idrogeologica associata alla Formazione argilloso-marnosa A ("Strato di base"), che costituisce un substrato a bassa permeabilità in grado di delimitare inferiormente i circuiti idrici ospitati nella sequenza di terreni sovrastante.

Per ogni altro approfondimento rispetto al quadro idrogeologico locale si rimanda al doc. [1].

### 5.3 GEOMORFOLOGIA

Gli spostamenti rilevati in corrispondenza degli inclinometri di monitoraggio realizzati nel corso della campagna d'indagine 2015+2016, analizzati congiuntamente con le zone di innesco dei dissesti in corrispondenza del piano sommitale del rilevato stradale e con le ulteriori evidenze di campo rilevate, hanno consentito di ricostruire in maniera sostanzialmente univoca la geometria delle superfici di scivolamento dei dissesti osservati tra dicembre 2014 e marzo 2015. Tali superfici hanno coinvolto i terreni di fondazione appartenenti alla Formazione geotecnica B, detta "Coltre", e possono essersi sviluppati in parte lungo piani preferenziali a giacitura sub-parallela rispetto al piano di campagna naturale entro i quali la resistenza mobilitata corrisponde, o è molto prossima, a quella residua.

Il complesso delle misure acquisite ha inoltre evidenziato la possibile presenza di movimenti lenti anche nel settore a monte del corpo stradale in corrispondenza delle opere OS90A e OS90NEW, poco a sud della struttura che ospita un'Azienda agricola. I movimenti si verificano in corrispondenza della zona di contatto tra il substrato locale, localmente degradato, e la base delle coperture. Si tratta di scorrimenti lenti (le velocità di deformazione sono estremamente basse, anche solo di qualche mm/anno), di tipo viscoso, indotti dall'azione di masse agenti alla scala del pendio retrostante, con estensione areale potenzialmente significativa. E' ipotizzabile che le deformazioni avvengano all'interno di bande di taglio collocate alla base della Formazione B, nelle quali sono state raggiunte condizioni di resistenza residua.

Infine, si rileva che gli elementi disponibili nelle precedenti fasi progettuali evidenziavano, oltre alle possibili criticità derivanti dalla mancanza di regimazione delle acque di scorrimento superficiale, la presenza di un'area di limitata estensione interessata da fenomeni gravitativi superficiali di tipo lento, in corrispondenza dell'intervallo compreso tra le progr. 11+180 e 11+340. Sulla base delle evidenze di campo i fenomeni gravitativi erano stati riconosciuti come movimenti di tipo viscoso, tipo soliflusso, caratterizzati da movimenti lenti e coinvolgenti uno spessore limitato di terreno, valutato nell'ordine di 1,5 m, nell'ambito delle sole coperture. Tuttavia la sede stradale della S.P. 55 bis attualmente esistente attraversa l'area interessata dai presunti fenomeni di carattere superficiale senza evidenziare lesioni o deformazioni riconducibili ai fenomeni descritti. Analogamente non sono stati riscontrati segnali di possibili dissesti in corrispondenza del tratto "OS92" della S.S. 121 già realizzata.

## 5.4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per il tratto di rilevato in oggetto, il calcolo del parametro  $V_{S30}$  è stato eseguito utilizzando i dati geofisici derivati dalla campagna d'indagine 2009÷2010, da cui è emerso che il terreno di fondazione può essere classificato nella Categoria C (*"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)"*).

Come stabilito nel C.S.A. la progettazione delle strutture farà riferimento a:

- vita nominale  $V_N = 50$  anni
- classe d'uso IV
- Categoria di suolo C

In base a ciò risulta:

- coefficiente d'uso  $C_U = 2.0$
- periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R = V_N \times C_U = 100$  anni

## 6 IDROLOGIA E IDRAULICA

Le opere idrauliche oggetto di studio sono finalizzate allo smaltimento delle acque meteoriche intercettate dalla piattaforma stradale ed alla regimazione del deflusso delle acque del reticolo idrografico interferente con il corpo stradale in progetto.

### 6.1 ACQUE DI PIATTAFORMA

Le acque di piattaforma vengono raccolte nei margini laterali della piattaforma stradale ed avviate verso caditoie che alimentano dei collettori posti sotto il piano strada. I collettori sono di diametro crescente a tratti da monte verso valle. Le acque di dilavamento della sede stradale, dato l'elevato contenuto di inquinanti, soprattutto nei primi minuti di pioggia, possono così essere convogliate verso le vasche di trattamento e, solo successivamente al trattamento, restituite al reticolo idrografico naturale.

In particolare, l'acqua meteorica intercettata dalla piattaforma stradale defluisce lungo i margini laterali della carreggiata secondo le seguenti modalità:

- Tratti in rilevato, deflusso delle acque in banchina fino ad 1 m dal ciglio esterno e lungo il cordolo-canaletta in c.a. da 0.4 m di larghezza
- Tratti in viadotto, deflusso dell'acqua in banchina fino ad 1 m dal ciglio esterno

L'acqua meteorica viene intercettata e allontanata dalla carreggiata mediante un sistema di smaltimento composto da:

- Pozzetti di linea prefabbricati con caditoie di raccolta delle acque di piattaforma collocati ad interasse compreso tra 10 m e 30 m, di diverse dimensioni in funzione del diametro del collettore. Un pozzetto di ispezione è previsto ogni qualvolta variano le dimensioni dei collettori, in corrispondenza di ogni deviazione planimetrica e altresì immediatamente prima e dopo di un viadotto.
- Collettori che raccolgono l'acqua intercettata dalle caditoie e la convogliano alle vasche di trattamento. I collettori corrono sotto la piattaforma stradale, parallelamente ad essa, ad eccezione di tratti molto brevi, che non determinano un approfondimento significativo della quota di posa del collettore rispetto alla livelletta stradale. In corrispondenza dell'impianto, i collettori escono dalla piattaforma al piede del rilevato, ad una quota idraulicamente compatibile con il corretto funzionamento a gravità dell'impianto e del rilascio al recapito. I collettori sono in PEAD corrugato SN8 KN/mq e di dimensioni comprese tra DE 315 mm e

DE 400 mm. Il ricoprimento minimo delle tubazioni è pari a 0,70 m, ritenuto sufficiente per tutti i diametri impiegati in quanto posizionati prevalentemente sotto il margine laterale e, in misura limitata, sotto la banchina.

Nel tratto oggetto di intervento le verifiche condotte hanno confermato i valori ottenuti in fase di progettazione esecutiva originaria sia per quanto riguarda il posizionamento delle caditoie sia per quanto riguarda il diametro dei collettori da posizionare, come si può desumere dal doc. [4].

## 6.2 ACQUE DI VERSANTE

Il rilevato stradale in progetto altera il naturale deflusso delle acque sia a causa dell'intercettazione dei vari rii naturali presenti nella zona sia in quanto ostacola il regolare deflusso lungo i versanti. I sistemi di intercettazione e raccolta delle acque proposti sono stati quindi opportunamente dimensionati in modo da garantire il deflusso delle acque sia durante gli eventi meteorici ordinari ( $T \leq 5$  anni) sia durante gli eventi meteorici più intensi ( $T = 100$  anni).

La mitigazione delle interferenze con il reticolo idrografico prevede l'esecuzione delle seguenti tipologie di opere:

- **Fossi per la regimazione delle acque meteoriche** che permettono la difesa del rilevato stradale. Le acque raccolte vengono fatte confluire verso tombature che permettono l'attraversamento del corpo stradale e la restituzione delle stesse nel reticolo idrografico naturale.
- **Riprofilature** del reticolo idrografico naturale in modo da garantire il corretto deflusso delle acque anche durante gli eventi meteorici più intensi.
- **Protezione del piede del rilevato** mediante gabbioni di pietrame, nei tratti in cui la sponda del corso d'acqua è più prossima al piede del rilevato.

Le caratteristiche degli interventi di presidio idraulico previsti sono illustrate nel doc. [4].

Si specifica che le opere di regimazione idraulica previste in progetto, che hanno interessato fossi e rii interferenti con il rilevato della S.S. 121 e con la S.P. 55 var. in un tratto compreso all'incirca tra la progressiva 11+100 Km e la progressiva 11+560 Km della S.S. 121, sono finalizzate a garantire la sicurezza idraulica del tratto in progetto, compreso tra la progressiva 11+140 km e la progressiva 11+509 km.

La modellazione idraulica dell'asta torrentizia è stata estesa all'incirca sino alla progressiva 11+680, assumendo che anche a valle della progressiva 11+560 fossero presenti sezioni di deflusso adeguate rispetto a portate con TR = 100 anni. In realtà tali condizioni non sono attualmente verificate in campo, come si può osservare, ad esempio, in corrispondenza dell'attraversamento esistente del vecchio tracciato della S.P. 55, ove si verifica un primo significativo restringimento della sezione di deflusso. Ulteriori criticità sono state rilevate anche a valle dell'intersezione sopra menzionata e, pertanto, si ritiene che ulteriori interventi di adeguamento idraulico, che esulano dalla presente progettazione, debbano essere considerati anche per progressive superiori alla 11+560.

Per ogni ulteriore approfondimento e per valutazioni di maggiore dettaglio si rimanda al doc. [4].



## 7 PROGETTO STRADALE

Il progetto stradale del tratto di interesse progettuale, compreso tra le Progr. 11+140 e 11+509, non ha subito modifiche rispetto a quanto previsto nel Progetto Esecutivo originario né per quanto concerne l'andamento planimetrico né per quanto concerne l'andamento altimetrico del tracciato.

La sezione tipo della piattaforma del corpo stradale è la tipo C1 (D.M. 5/11/2001) con corsie da 3,75 m e banchine 1,50 m e non presenta differenze significative rispetto a quanto previsto nel Progetto Esecutivo originario.

In particolare, nel tratto in esame entro il quale si prevede il rifacimento del rilevato (i.e. 11+300 ÷ 11+509), in accordo con quanto già previsto nel Progetto Esecutivo originario la pendenza delle scarpate di rilevato è stata prevista in 2V:3O (opera OS90A); nei casi di altezza consistente del corpo del rilevato e/o per limitare l'estensione trasversale delle scarpate sono state previste opere di sostegno in terra rinforzata (opera OS90NEW). Alla base del rilevato, per l'intero sviluppo del tratto in esame (i.e. 11+140 ÷ 11+509) è stata prevista la realizzazione di una paratia di pali tirantata, collegata in testa da una trave di coronamento che delimita lo sviluppo del fianco di valle del rilevato stesso.

Per quanto concerne gli aspetti connessi alle verifiche di visibilità, alle caratteristiche della sovrastruttura, alle tipologie di barriere di sicurezza impiegate ed alle caratteristiche della segnaletica orizzontale e verticale non si rilevano modifiche rispetto a quanto previsto nel Progetto Esecutivo originario.

## 8 OPERE D'ARTE

### 8.1 PARATIA DI PALI TIRANTATA

Le caratteristiche geotecniche del sottosuolo presente al di sotto del tratto stradale in progetto, compreso tra il km 11+140 ed il km 11+509, determinano la necessità di eseguire al piede del rilevato una paratia di pali trivellati tirantata ed un allineamento di dreni suborizzontali finalizzati alla riduzione delle pressioni interstiziali agenti all'interno dei terreni di fondazione.

Tale soluzione progettuale consente, infatti, di soddisfare le verifiche di stabilità globale del rilevato, richiesta dalla normativa vigente, sia in campo statico sia in campo sismico.

Le caratteristiche delle opere di stabilizzazione previste sono sinteticamente riportate nel seguente elenco, con riferimento ai diversi tratti in cui l'opera è suddivisa.

#### OS90NEW

- Paratia costituita da due file di pali trivellati in c.a.  $\Phi 800$  disposti a quinconce
- Distanza tra le due file di pali = 0.8 m
- Interasse dei pali su ciascuna fila = 1.6 m
- Lunghezza pali = 13 m.

I pali sono collegati in testa da una trave di coronamento in c.a., a partire dalla quale si andranno a realizzare le seguenti opere:

- tiranti di ancoraggio da 8 trefoli
- lunghezza tiranti = 32 m (tratto libero 19 m + bulbo di ancoraggio 13 m)
- interasse tiranti = 1.8 m
- diametro di perforazione = 0.22 m

Al fine di ridurre significativamente le pressioni interstiziali agenti all'interno dei terreni di fondazione si prevede la realizzazione di dreni suborizzontali aventi le seguenti caratteristiche:

- lunghezza = 50 m
- interasse = 2.4 m
- inclinazione  $\geq 3\%$

In corrispondenza dell'opera OS90NEW la paratia di pali tirantata ed i dreni suborizzontali potranno essere realizzati solo previa opportuna riprofilatura del materiale costituente il rilevato e del terreno presente a valle del rilevato stesso, come da indicazioni fornite negli elaborati grafici di riferimento progettuale.

### OS90A

- Paratia costituita da due file di pali trivellati in c.a.  $\Phi 800$  disposti a quinconce
- Distanza tra le due file di pali = 0.8 m
- Interasse dei pali su ciascuna fila = 1.6 m
- Lunghezza pali = 13 m.

I pali sono collegati in testa da una trave di coronamento in c.a., a partire dalla quale si andranno a realizzare le seguenti opere:

- tiranti di ancoraggio da 8 trefoli
- lunghezza tiranti = 32 m (tratto libero 19 m + bulbo di ancoraggio 13 m)
- interasse tiranti = 2.4 m
- diametro di perforazione = 0.22 m

Al fine di ridurre significativamente le pressioni interstiziali agenti all'interno dei terreni di fondazione si prevede la realizzazione di dreni suborizzontali aventi le seguenti caratteristiche:

- lunghezza = 50 m
- interasse = 2.4 m
- inclinazione  $\geq 3\%$

In corrispondenza dell'opera OS90A la paratia di pali tirantata ed i dreni suborizzontali potranno essere realizzati solo previa opportuna riprofilatura del materiale costituente il rilevato e del terreno presente a valle del rilevato stesso, come da indicazioni fornite negli elaborati grafici di riferimento progettuale.

### OS92

- Paratia costituita da due file di pali trivellati in c.a.  $\Phi 800$  disposti a quinconce
- Distanza tra le due file di pali = 0.8 m

- Interasse dei pali su ciascuna fila = 2.4 m
- Lunghezza pali = 11 m.

I pali sono collegati in testa da una trave di coronamento in c.a., a partire dalla quale si andranno a realizzare le seguenti opere:

- tiranti di ancoraggio da 6 trefoli
- lunghezza tiranti = 27 m (tratto libero 15 m + bulbo di ancoraggio 12 m)
- interasse tiranti = 2.4 m
- diametro di perforazione = 0.20 m

Al fine di ridurre significativamente le pressioni interstiziali agenti all'interno dei terreni di fondazione si prevede la realizzazione di dreni suborizzontali aventi le seguenti caratteristiche:

- lunghezza = 50 m
- interasse = 2.4 m
- inclinazione  $\geq 3\%$

In corrispondenza dell'opera OS92 la paratia di pali tirantata ed i dreni suborizzontali potranno essere realizzati a partire dalla situazione attuale, in presenza dell'opera in terra rinforzata esistente, di cui si prevede il mantenimento.

## **8.2 RILEVATI IN TERRA RINFORZATA**

L'esigenza progettuale di realizzare il rilevato stradale con paramento frontale molto inclinato si rende necessaria per contenere al massimo gli ingombri al piede, allo scopo di limitare l'interferenza con fossi limitrofi e per consentire il passaggio di strade di accesso ai fondi o di direttrici secondarie.

Nel tratto in progetto la costruzione di un'opera di sostegno in terra rinforzata si rende necessaria dal km 11+400 al km 11+509 (OS90NEW).

Nel tratto compreso tra il km 11+300 ed il km 11+400 il rilevato sarà realizzato con scarpata naturale (pendenza di 30:2V) (OS90A), mentre nel tratto presente tra il km 11+140 ed il km 11+300 si prevede il mantenimento dell'opera in terra rinforzata esistente (OS92).

Nell'ambito della progettazione delle opere di sostegno dove il tracciato della nuova viabilità in progetto sarà sostenuto da opere in terra rinforzata, si procederà dapprima alla realizzazione della

paratia di pali, successivamente allo scavo di sbancamento, necessario al raggiungimento del piano d'imposta dell'opera di sostegno, e quindi alla costruzione del manufatto in terra rinforzata.

L'opera in terra rinforzata è costituita da un materiale composito che combina la tipica resistenza di due differenti elementi in grado di migliorare le caratteristiche globali dell'insieme. In particolare, le proprietà geotecniche del terreno, materiale resistente a compressione, sono migliorate dalla combinazione con geogriglie, materiale ad alta resistenza a trazione, realizzato in materiale metallico o plastico.

Il materiale utilizzato per la realizzazione del rilevato dovrà appartenere alle categorie A1-a o A1-b della norma CNR UNI:10006 e dovrà essere opportunamente compattato in accordo alle prescrizioni di cui alle Norme Tecniche OO.CC. ed Impianti allegate al CSA-NG.

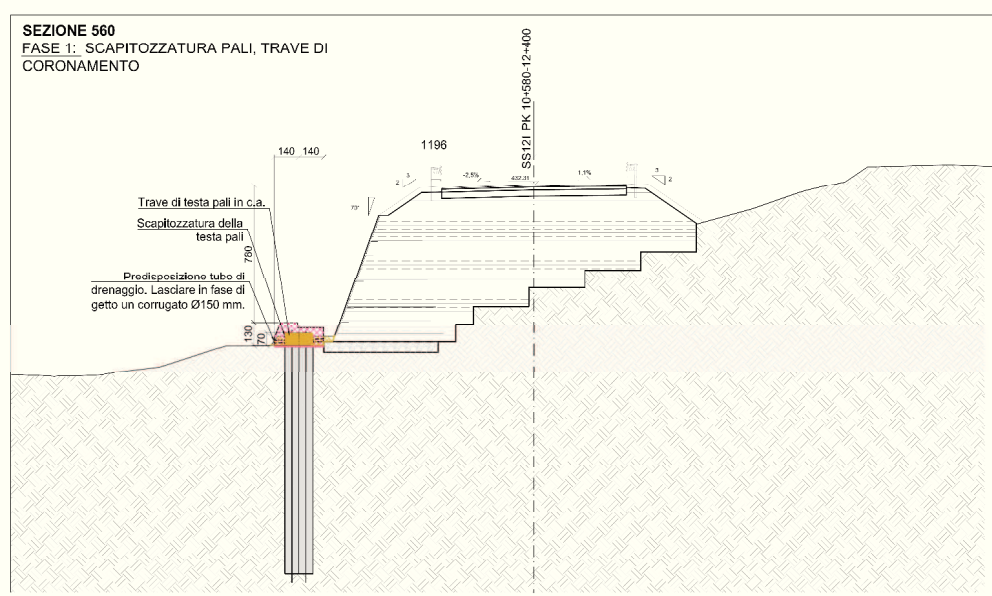
L'intervento prevede la realizzazione di un piano di imposta rinforzato con geogriglia in poliestere ad alta tenacità, avente spessore di  $0.40 \div 0.70$  m e resistenza massima nominale a trazione pari a 80 kN/m. La quota del piano di imposta di tale strato di fondazione corrisponderà alla quota dell'estradosso della trave di coronamento della paratia di pali tirantata.

Al di sopra di tale strato l'intervento prevede il posizionamento di una successione di strati di terreno compattato, dello spessore di 0.76 m, avvolti in georeti metalliche a doppia torsione caratterizzate da resistenza massima a trazione e lunghezze di ancoraggio che vengono desunte dal calcolo di dimensionamento. La sommità del paramento in terra rinforzata viene raccordata alla quota del piano stradale tramite un rilevato superiore in terra di altezza variabile, sagomato con pendenza di 3:2 (orizzontale:verticale).

Tutte le sezioni di progetto in terra rinforzata sono caratterizzate da un'inclinazione del paramento di facciata pari a  $70^\circ$ .

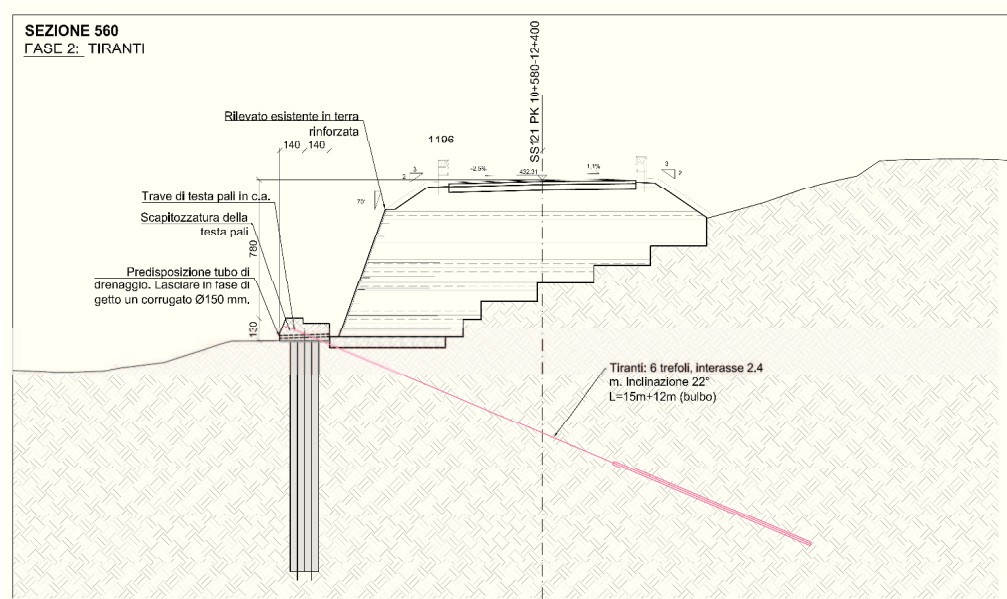
L'opera viene quindi completata da un'idrosemina superficiale per il rinverdimento finale della facciata esterna del paramento.





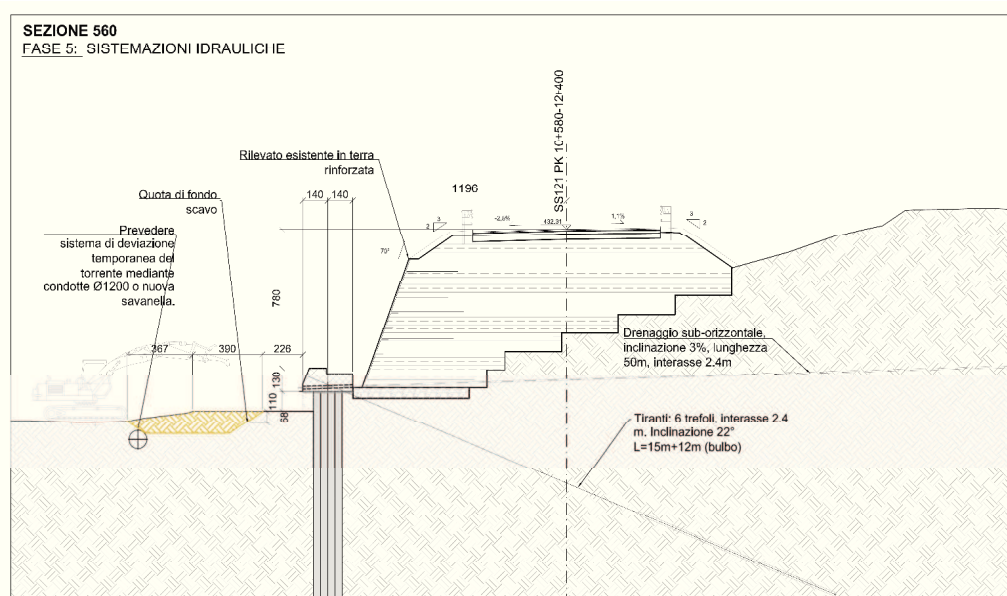
### Realizzazione della trave di coronamento

Utilizzando le predisposizioni alloggiare all'interno della trave di coronamento saranno quindi eseguiti i tiranti di ancoraggio ed i dreni suborizzontali. Nei tratti di interferenza tra le perforazioni e le terre rinforzate esistenti, l'allineamento dei drenaggi sub-orizzontali potrà essere traslato verticalmente e realizzato sotto l'intradosso della trave di coronamento (in tal caso, posizione e pendenza delle canaline e dei pozzetti di raccolta delle acque di drenaggio dovranno essere adattate a tale traslazione).



### Realizzazione dei tiranti e dei dreni

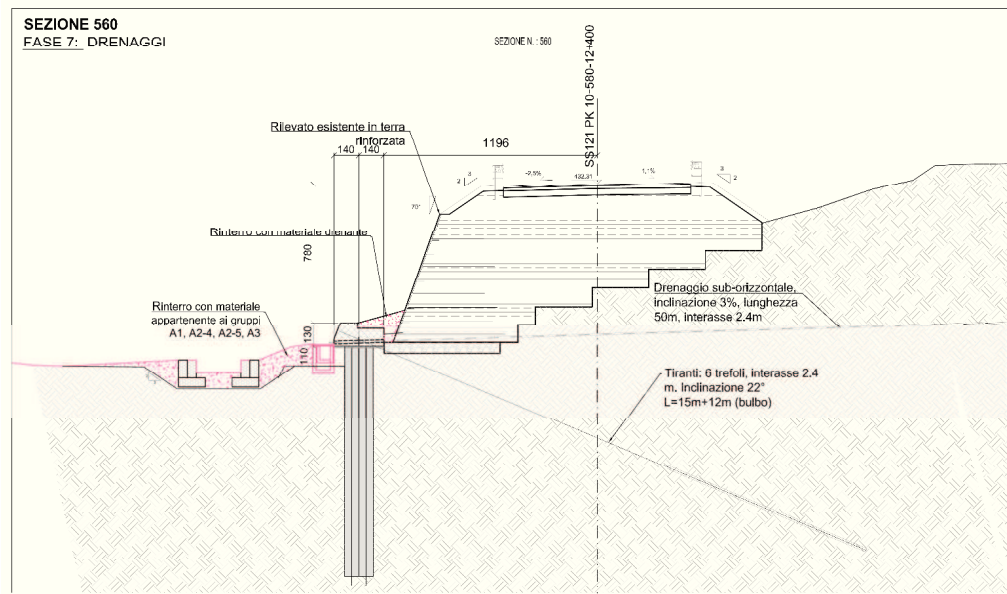
Nelle fasi successive si procederà, ove previsto, allo scavo per l’inserimento delle opere di protezione idraulica (i.e. gabbionate), previa predisposizione di opportuni sistemi per il temporaneo allontanamento delle acque di falda e per la deviazione temporanea delle acque del torrente presente a valle delle opere.



### Scavo a valle della paratia di pali per l’esecuzione delle opere di protezione idraulica



Infine, si eseguiranno gli opportuni rinterri al piede della terra rinforzata ed a valle della paratia di pali tirantata, ponendo in opera la canalina di raccolta delle acque di drenaggio.



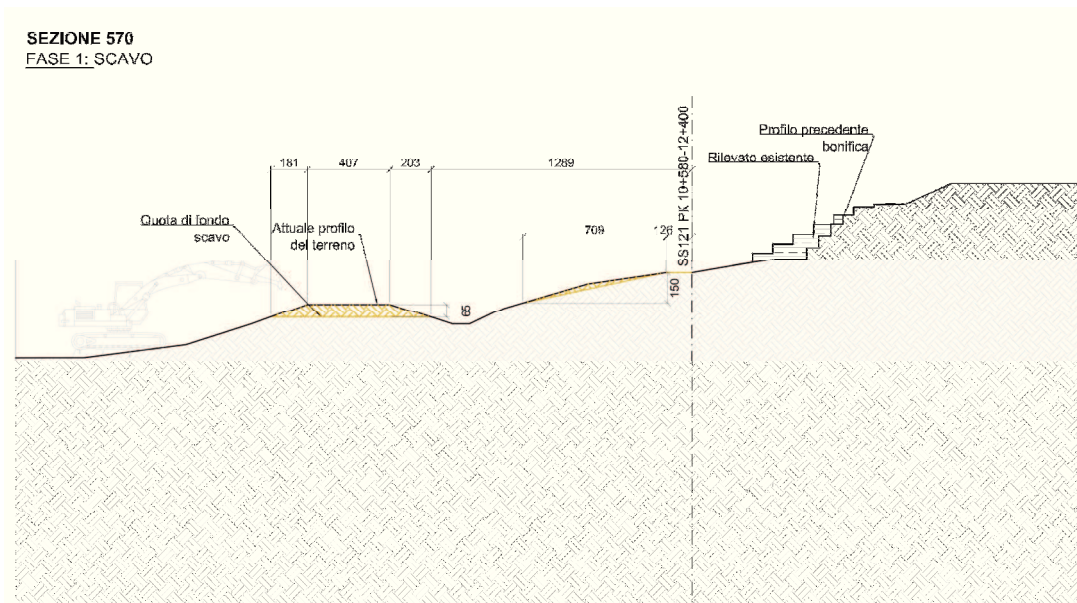
### Rinterro e sistemazione finale

In corrispondenza delle opere OS90A ed OS90NEW si prevede di realizzare una paratia di pali tirantata e di ricostruire il rilevato stradale in scarpata naturale (opera OS90A) ed in terra rinforzata (opera OS90NEW). Nel seguito, a titolo d'esempio, saranno riportate le fasi esecutive riferite alla realizzazione delle opere nel tratto OS90A, che possono essere prese come riferimento anche per il tratto OS90NEW tenendo presente che, in quest'ultimo caso, la fase finale prevedrà la realizzazione del rilevato con opera di sostegno in terra rinforzata.

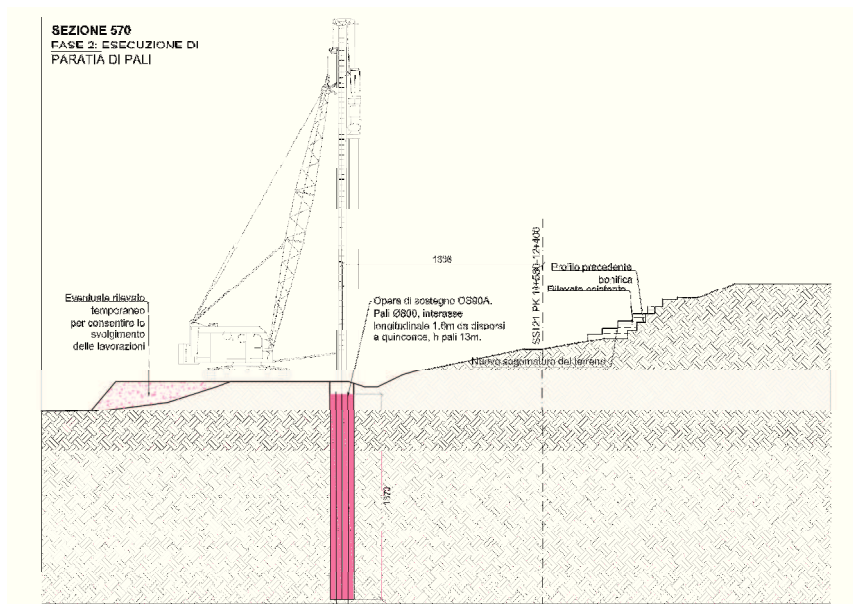
In fase preliminare si procederà allo scavo ed alla riprofilatura del terreno, secondo le indicazioni progettuali, sino a consentire la realizzazione di un piano di lavoro idoneo all'esecuzione della paratia di pali.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121". PROGETTO DI RIFACIMENTO DEL RILEVATO SCORCIAVACCHE – DAL KM 11+140 AL KM 11+509

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA – DAL KM 11+140 AL KM 11+509



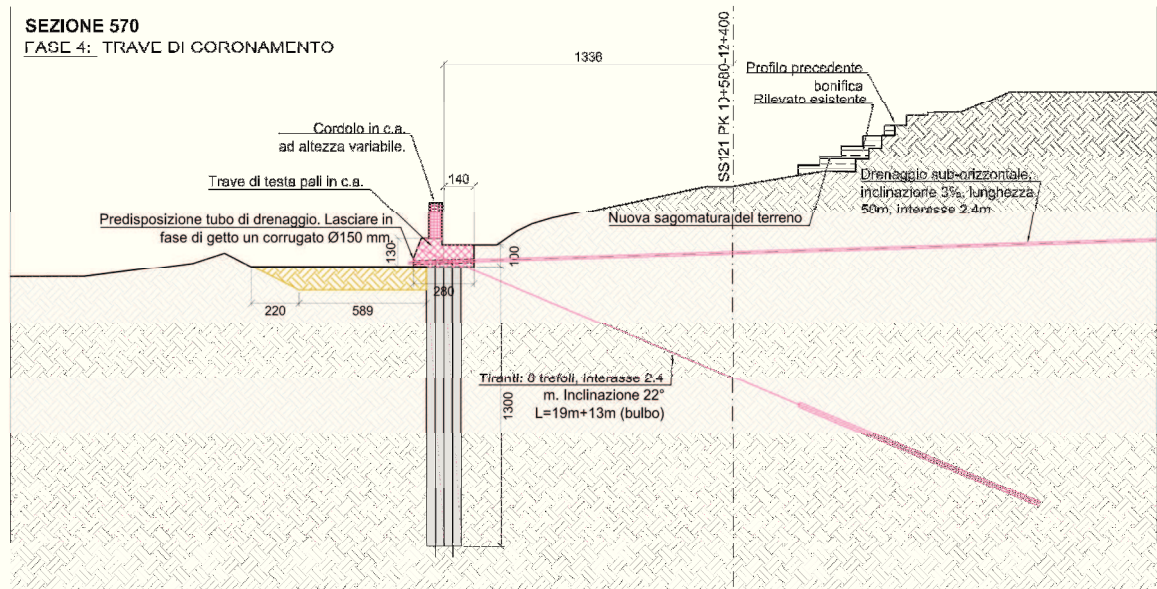
Fase iniziale di preparazione del piano di lavoro



Esecuzione dei pali

La testa dei pali sarà collegata mediante una trave di coronamento, da realizzare previa scapitozzatura dei pali ed opportuni scavi e riprofilature del terreno.

Utilizzando le predisposizioni alloggiare all'interno della trave di coronamento saranno eseguiti i tiranti di ancoraggio ed i dreni suborizzontali.

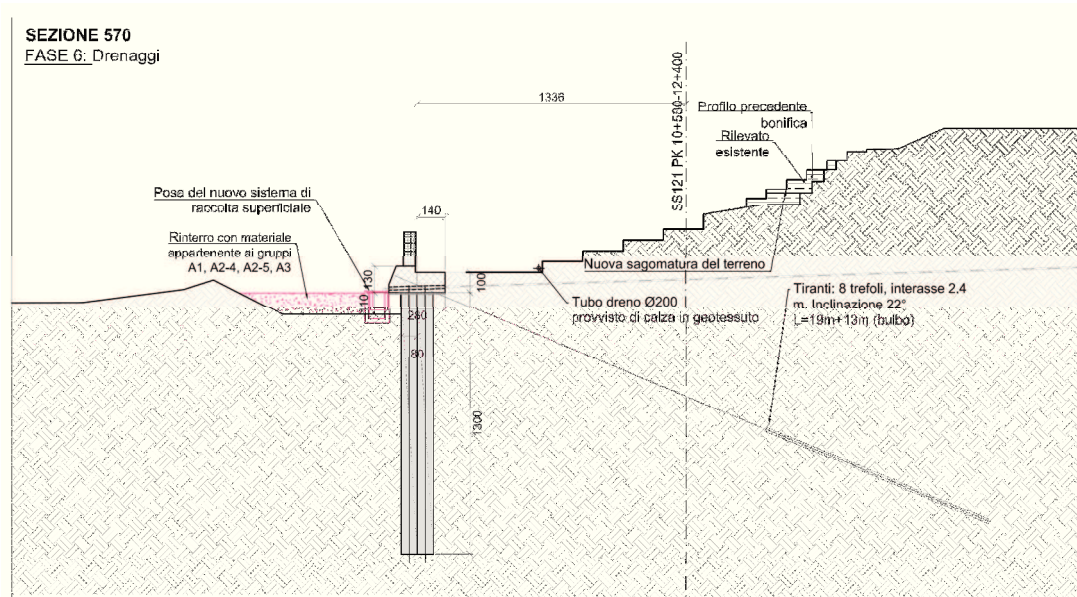


#### Realizzazione dei tiranti e dei dreni

Nella fase successiva, si procederà, ove previsto, all'esecuzione degli scavi finalizzati alla costruzione delle opere di drenaggio e di presidio idraulico a valle della paratia di pali, previa predisposizione di opportuni sistemi per il temporaneo allontanamento delle acque di falda e per la deviazione temporanea delle acque del torrente presente a valle delle opere. Al termine di tale fase si prevede il rinterro a valle della paratia di pali secondo le indicazioni di progetto, con installazione della canalina di raccolta delle acque di drenaggio.

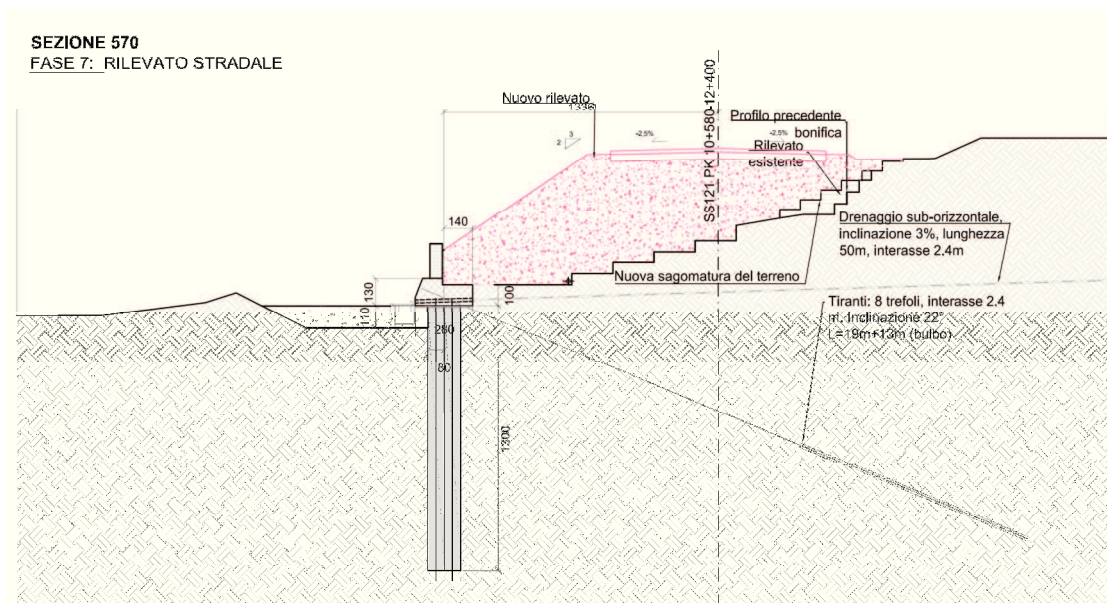
Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121". PROGETTO DI RIFACIMENTO DEL RILEVATO SCORCIAVACCHE – DAL KM 11+140 AL KM 11+509

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA – DAL KM 11+140 AL KM 11+509



**Rinterro e posa in opera della canalina di raccolta delle acque di drenaggio**

Una volta completata la sistemazione finale a valle della paratia di pali le lavorazioni termineranno con l'esecuzione del rilevato, in scarpata naturale (OS90A) o in terra rinforzata (OS90NEW).



**Realizzazione del rilevato e sistemazione finale**

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”. PROGETTO DI RIFACIMENTO DEL RILEVATO SCORCIAVACCHE – DAL KM 11+140 AL KM 11+509

---

RELAZIONE GENERALE TECNICO DESCRITTIVA – DAL KM 11+140 AL KM 11+509

Per una descrizione di maggiore dettaglio delle diverse fasi di lavorazione previste per le opere in oggetto (OS92, OS90A, OS90NEW) si rimanda agli elaborati grafici progettuali [8], [9] e [10].

## **10 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI**

Si rimanda allo specifico elaborato progettuale.