

**Nuova S.S.195 "Sulcitana" Tratto Cagliari - Pula  
Collegamento con la S.S.130 e aeroporto di Cagliari Elmas  
Opera Connessa Nord**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTAZIONE: RTI GPI-IRD-SAIM-HYPRO**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1541</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICHE</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 <i>Ing. Paolo Orsini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817 <i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629 <i>Ing. Vincenzo Secreti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412</p>	<p><b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE (Mandatario)</b></p> <p><b>GPI INGEGNERIA</b> GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p><b>IRD ENGINEERING</b> (Mandante)</p> <p><b>SAIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna (Mandante)</p> <p><b>HYpro</b> srl</p> <p><b>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b> <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p><b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Michele Coghe</i></p>	

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
ALTERNATIVE E SOLUZIONE DI PROGETTO  
RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO**

<b>CODICE PROGETTO</b>	<b>NOME FILE</b>	<b>REVISIONE</b>	<b>SCALA</b>
PROGETTO      LIV.      ANNO <b>DPCA0150</b> <b>D</b> <b>23</b>	T00IA45AMBRE01_A		
	<b>CODICE ELAB.</b> T 0 0 I A 4 5 A M B R E 0 1	<b>A</b>	-
<b>D</b>			
<b>C</b>			
<b>B</b>			
<b>A</b>	Emissione	Giugno '23	Verardi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO
		VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1. ANALISI DELLE ALTERNATIVE .....</b>	<b>3</b>
1.1. LE ALTERNATIVE "STORICHE" .....	3
1.1.1. Premessa.....	3
1.1.2. Le alternative di tracciato esaminate in fase di progetto preliminare.....	4
1.1.3. Alternativa A "Litoranea" - Attraversamento della laguna e tratta in Comune di Capoterra fino alla zona "Poggio dei Pini" .....	5
1.1.4. Alternativa B "Intermedia" – Attraversamento delle saline e tronco in agro di Capoterra .....	5
1.1.5. Alternativa C "Verso monte" - Attraversamento delle saline e tronco in agro di Capoterra.....	6
1.1.6. La scelta fra le alternative: l'analisi di sostenibilità.....	7
1.1.7. L'ipotesi alternativa di attraversamento dello stagno in sotterraneo.....	10
1.2. LE ALTERNATIVE PROGETTUALI NELL'AMBITO DEL CORRIDOIO .....	10
1.2.1. Premessa.....	10
1.2.2. Alternative di tracciato.....	10
<b>2. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE.....</b>	<b>19</b>
2.1. TRACCIATO DI PROGETTO .....	19
2.2. SVINCOLI .....	21
2.2.1. Geometria Svincolo CASIC – Capoterra.....	22
2.3. VIABILITÀ SECONDARIA E OPERE INTERFERENTI .....	24
2.3.1. Geometria Complanare Casic "Dorsale Consortile".....	24
2.3.2. Geometria Strada di accesso alla dorsale consortile .....	24
2.4. SEZIONI TIPO .....	24
2.4.1. Asse principale.....	25
2.4.2. Svincolo esistente Casic – Capoterra.....	27
2.4.3. Viabilità Secondaria e Opere Interferenti.....	30
2.5. BARRIERE DI SICUREZZA .....	32
<b>3. OPERE D'ARTE MAGGIORI.....</b>	<b>34</b>
3.1. SCAVALCO FASCIA TUBIERA ALLA PROG. 8+366.00 .....	34
3.2. PONTI .....	36
3.2.1. Ponte scavalco fascio tubiero alla prog. 6+749.00 .....	36
3.2.2. Ponte scavalco deviazione canale emboi alla prog. 7+814.00.....	37
3.2.3. Cavalcavia asse principale svincolo capoterra – casic .....	38
3.2.4. Ponte su canale Imboi svincolo Capoterra – Casic.....	40

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

3.2.5.	<i>Ponte su canale Imboi svincolo Capoterra - Casic ramo A</i> .....	41
3.2.6.	<i>Ponte su canale Imboi svincolo Capoterra - Casic ramo B</i> .....	43
3.3.	SOTTOPASSI.....	45
3.3.1.	<i>Sottopasso scatolare strada di accesso alla dorsale Casic alla prog. 9+205.00</i> .....	45
<b>4.</b>	<b><u>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</u></b> .....	<b>46</b>
<b>5.</b>	<b><u>CANTIERIZZAZIONE E BILANCIO TERRE</u></b> .....	<b>48</b>
5.1.	CANTIERIZZAZIONE .....	48
5.1.1.	<i>Le aree di cantiere</i> .....	51
5.2.	BILANCIO TERRE .....	54
5.2.1.	<i>Volumi di scavo</i> .....	54
5.2.2.	<i>Fabbisogni</i> .....	55
5.2.3.	<i>Bilancio delle Terre</i> .....	55
5.2.1.	<i>Forniture</i> .....	56

PROGETTAZIONE ATI:

## 1. ANALISI DELLE ALTERNATIVE

### 1.1. LE ALTERNATIVE "STORICHE"

#### 1.1.1. PREMESSA

Come descritto nella relazione sulle motivazioni dell'opera, l'ANAS – Compartimento della Viabilità per la Sardegna a partire dal 2002 ha promosso la redazione del Progetto preliminare e successivamente del Progetto definitivo corredato dello Studio di Impatto Ambientale dell'intero intervento compreso tra Cagliari e Pula.

La documentazione progettuale suddetta è stata completata nel corso del 2004. Nel novembre dello stesso anno è stata avviata la procedura di Valutazione dell'Impatto Ambientale presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Il progetto presentato si sviluppava su una lunghezza di circa 30 km tra Cagliari e Pula con l'adozione di una sede stradale tipo B, in variante rispetto all'attuale SS 195.

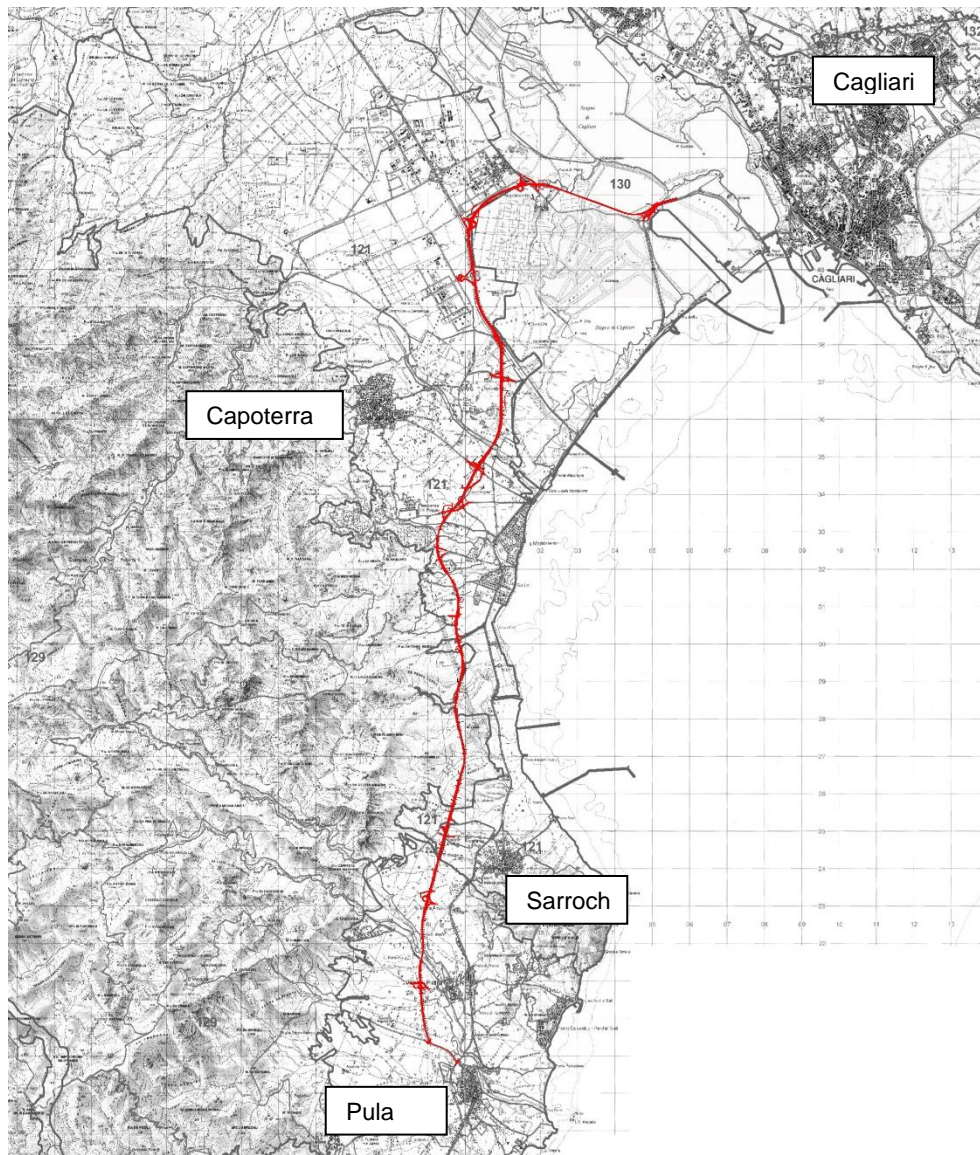


Figura 1.1: il tracciato del 2004 oggetto di procedura di VIA

PROGETTAZIONE ATI:



Il tratto iniziale dell'intervento prevedeva un lungo viadotto per l'attraversamento dello Stagno di Cagliari (1) e un'ampia curva attorno all'area ENICHEM (2), per poi portarsi sull'esistente asse stradale a servizio dell'area industriale, denominato "Dorsale CASIC" (3). A causa delle incidenze che il tratto in viadotto avrebbe potenzialmente determinato sulle aree della Rete Natura 200 afferenti alla zona dello stagno e della salina, nel 2005 ANAS decideva di stralciare questo primo tratto dell'intervento.

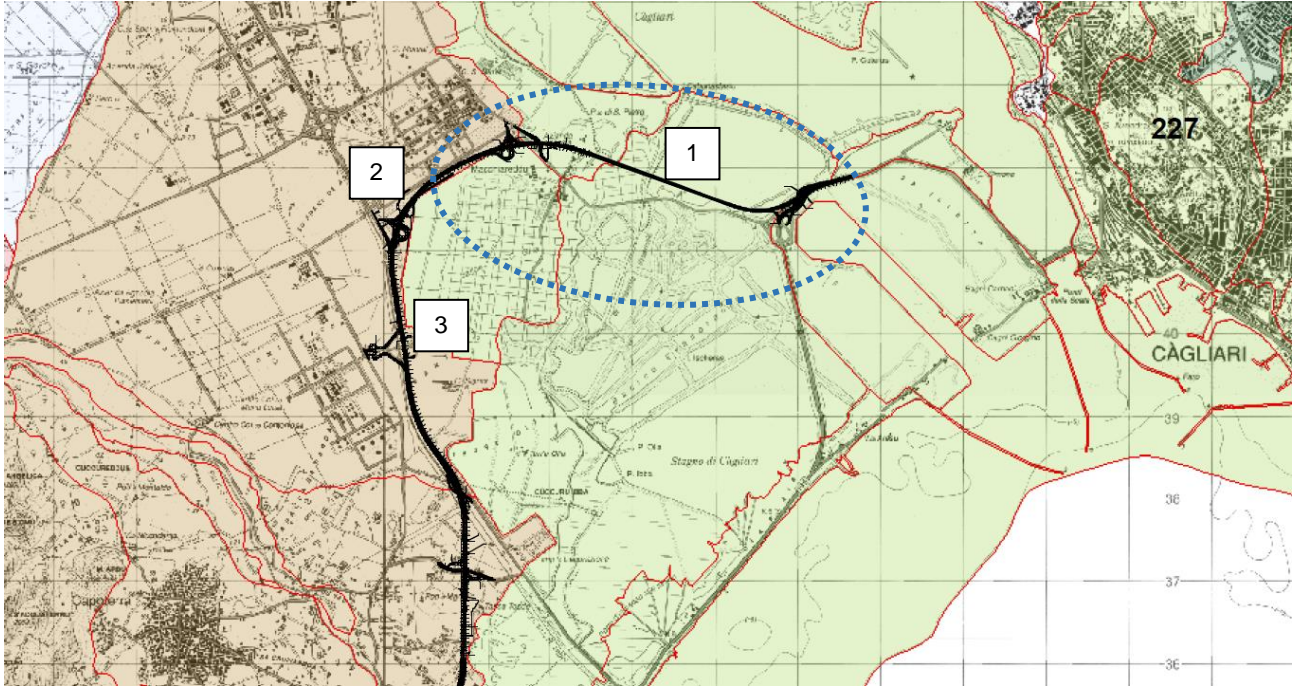


Figura 1.2: Dettaglio del completamento a nord del progetto del collegamento Cagliari – Pula del 2004: si evidenzia il tratto interferente con l'area delle saline e dello stagno di Cagliari

Per la restante parte del progetto, comprensiva del lotto oggetto del presente progetto definitivo, veniva espresso parere positivo circa la compatibilità ambientale con specifiche prescrizioni per la successiva fase di progettazione esecutiva (parere del 30/03/2007 Prot. DSA-DAC-2007-0000259).

La premessa sopra riportata risulta necessaria in quanto il progetto preliminare e il SIA relativi all'intero intervento contenevano anche la trattazione circa le alternative progettuali.

Si ritiene quindi utile interamente richiamare in questa sede tale trattazione perché l'analisi delle alternative allora effettuata costituisce l'elemento fondante delle scelte progettuali che si sono susseguite e che hanno portato, per l'appunto, alla definizione dell'attuale corridoio di progetto dell'Opera Connessa Nord.

### 1.1.2. LE ALTERNATIVE DI TRACCIATO ESAMINATE IN FASE DI PROGETTO PRELIMINARE

Nell'ambito del progetto preliminare, alla luce dello studio interdisciplinare effettuato e delle indicazioni da parte degli enti interessati, scaturite nel corso dei diversi incontri svoltisi nel periodo Gennaio – Maggio 2001, si sono prese in esame diverse possibilità di sviluppo planoaltimetrico del tracciato. Particolare rilievo è stato dato allo studio delle possibili soluzioni per il tratto degli Stagni di Cagliari e delle Saline di S. Gilla, in quanto l'estrema delicatezza territoriale di questa fascia di territorio ha condotto i progettisti a formulare le possibili ipotesi che potessero rappresentare un compromesso fra le esigenze ambientali e quelle territoriali dell'area interessata, quelle tecniche e funzionali dell'infrastruttura, quelle degli impatti derivanti dall'interazione progetto-ambiente.

PROGETTAZIONE ATI:

## RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

A seguito di tale analisi, per il tratto iniziale del tracciato, in prossimità di Cagliari, sono state formalizzate tre diverse alternative di progetto.

In linea generale, si può affermare che le scelte di tracciato sono state determinate, prima ancora che da ragioni tecniche, dalla necessità di limitare le interferenze con un territorio fortemente caratterizzato dalla coesistenza fra elementi naturalistici ed antropici costituiti da presenze urbane e residenziali e attività produttive. Pertanto, i tracciati delle diverse alternative hanno spesso seguito dei corridoi obbligati delimitati dalla localizzazione delle attività esistenti sul territorio.

Le alternative di corridoio individuate, studiate e comparate in fase di progetto preliminare, sono state sottoposte alla Conferenza dei Servizi che, in due sedute con conclusione in data 27 marzo 2002 si è espressa in favore del corridoio C. Il Ministero dell'Ambiente, con lettera 13877/VIA/AC135 del 24 dicembre 2001 aveva espresso un chiaro parere in tal senso: *"in conclusione, come risultato dell'analisi preliminare condotta si concorda con lo Studio d'Impatto Preliminare che evidenzia come dal punto di vista ambientale e trasportistico la soluzione decisamente preferibile sia rappresentata dalla soluzione denominata Alternativa C. Per quanto riguarda il restante tracciato si concorda sulla scelta effettuata, che utilizza, tra l'altro, un lotto già realizzato"*.

Nel seguito, vengono descritte le tre alternative poste a confronto.

### **1.1.3. ALTERNATIVA A "LITORANEA" - ATTRAVERSAMENTO DELLA LAGUNA E TRATTA IN COMUNE DI CAPOTERRA FINO ALLA ZONA "POGGIO DEI PINI"**

L'alternativa "A Litoranea" è stata presa in considerazione in quanto ripercorreva la sede attuale della SS195 e, in qualche maniera, consentiva di utilizzare un corridoio già infrastrutturato. Inoltre, il suo tracciato costituiva il percorso più breve e non attraversava direttamente la laguna, interrompendo la continuità ambientale dell'area.

L'alternativa "A Litoranea" iniziava in corrispondenza dello svincolo esistente per Macchiareddu Contivecchi e, correndo perlopiù in affiancamento alla sede attuale della SS195, si portava allo svincolo Capoterra – La Maddalena, abbandonando, dopo lo stabilimento COSVIN, la sede esistente della statale.

Proseguiva, quindi, in direzione Sud-Ovest e, riallacciandosi con il tracciato delle alternative "B" e "C", si portava in località Poggio dei Pini, piegando nuovamente in direzione dell'inizio del tronco già realizzato. La lunghezza complessiva di questa prima tratta, fino al congiungimento con le alternative "B" e "C", era circa pari a 14,4 chilometri.

Il vantaggio principale dell'alternativa costiera poteva essere costituito dalle minori distanze di percorrenza, specie in rapporto alla soluzione C "Verso monte".

D'altra parte, nonostante essa si collocasse lungo un corridoio già segnato dalla presenza della sede attuale della statale, l'estrema delicatezza territoriale, naturalistica e paesaggistica della fascia di transizione mare-laguna e le sue ridotte dimensioni, avrebbero reso estremamente critica la sua realizzazione.

Inoltre, per quanto riguarda gli oneri economici, il vantaggio in termini di costi di costruzione dell'alternativa A, che derivava dalla minore lunghezza e dalla possibilità di utilizzare un tratto della variante del Porto Canale, venne in gran parte assorbito dall'onerosità degli interventi necessari per compensare le scadenti caratteristiche dei terreni di fondazione che interessano l'intera fascia costiera a cavallo fra mare e stagni.

L'alternativa A sarebbe stata, infine, fortemente penalizzata nei tempi e nei costi di costruzione derivanti dalle interferenze con il traffico in fase di cantiere. Per queste ragioni l'alternativa A fu scartata, con il successivo conforto del parere del Ministero dell'Ambiente.

### **1.1.4. ALTERNATIVA B "INTERMEDIA" – ATTRAVERSAMENTO DELLE SALINE E TRONCO IN AGRO DI CAPOTERRA**

In fase di progetto preliminare, alla luce dei colloqui con le amministrazioni interessate al progetto, scaturì l'esigenza di prendere in esame una soluzione "intermedia" fra l'alternativa A "Litoranea" e l'alternativa C "Verso monte". In particolare, l'esame di questa alternativa, anch'essa

PROGETTAZIONE ATI:

## RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

successivamente scartata, nacque dall'esigenza, espressa da alcune amministrazioni e soggetti interessati al progetto, di evitare le criticità tecniche e naturalistiche correlate alla realizzazione dell'alternativa costiera, contenendo, allo stesso tempo, le maggiori distanze di percorrenza implicate dall'alternativa C.

Per queste ragioni, fu ipotizzato e studiato un tracciato che aggirava verso monte la fascia lagunare vera e propria, interessando l'area delle saline Contivecchi. In questa maniera, era possibile limitare l'interferenza del tracciato con i bacini lagunari e, pertanto, con il vincolo naturalistico delimitato nell'ambito della Convenzione di Ramsar sulle "zone umide", il cui limite è posto proprio al confine fra l'area destinata ai bacini "dissalanti" (saline Contivecchi) e l'area destinata ai bacini "evaporanti" (laguna). Superata la zona degli stagni l'alternativa B si sovrapponeva all'alternativa C, attraversando la piana dell'abitato di Capoterra, per poi ricongiungersi all'alternativa A in prossimità della località Poggio dei Pini, ove il tracciato ritornava comune alle tre alternative.

La lunghezza complessiva del percorso B, fino allo svincolo per Capoterra-La Maddalena, sulla S.P.92, era circa pari a 9,7 chilometri

L'alternativa B "Intermedia" presentava i vantaggi di coniugare una minore lunghezza di percorrenza e di presentare problemi di impatto naturalistico certamente inferiori a quelli comportati dall'alternativa A "Litoranea". I principali svantaggi di questa alternativa, tuttavia, derivavano dal costo di realizzazione che risultava il più elevato fra le alternative esaminate. I costi elevati erano determinati dal fatto che, per evitare pesanti condizionamenti all'esercizio produttivo delle saline, almeno in fase di esercizio, era necessario conservare la viabilità arginale per il transito dei mezzi di servizio e privilegiare, quindi, una soluzione in viadotto. Considerate le quote minime che sarebbe stato necessario garantire per consentire il libero movimento dei mezzi di servizio al di sotto dell'impalcato, anche l'impatto paesaggistico avrebbe assunto, in questa soluzione poi scartata, un notevole rilievo. Con l'adozione dell'alternativa B sarebbe rimasto gravoso, peraltro, il problema dell'impatto sull'attività delle saline che costituiscono non solo una risorsa produttiva ma anche un patrimonio culturale e ambientale, nel senso più esteso e complesso del termine.

### 1.1.5. ALTERNATIVA C "VERSO MONTE" - ATTRAVERSAMENTO DELLE SALINE E TRONCO IN AGRO DI CAPOTERRA

L'alternativa C "Verso monte", presentata e prescelta in fase di Progetto Preliminare e poi approfondita ed ottimizzata in fase di Progetto Definitivo, anche alla luce delle richieste operate dagli Enti in sede di Conferenza dei Servizi conclusasi con la riunione del 17 marzo 2002, rispondeva efficacemente al criterio progettuale di ridurre al minimo l'impatto territoriale sul sistema dello stagno e delle saline Contivecchi.

Essa tuttavia presentava lo svantaggio di un allungamento delle distanze di percorrenza di circa 2 chilometri rispetto all'alternativa B e di circa 2,4 chilometri rispetto all'alternativa A.

Come accennato, questo tracciato è stato studiato in maniera tale che, oltre a limitare l'interferenza della nuova sede stradale con i bacini lagunari e, pertanto, con il vincolo naturalistico delimitato nell'ambito della Convenzione di Ramsar sulle "zone umide", eliminava anche l'interferenza con le saline Contivecchi, interessate in questo caso solo marginalmente. Aggirando l'area delle saline, il tracciato si riportava sulla dorsale consortile, in prossimità dell'impianto Enichem, e si sviluppava in sovrapposizione alla strada consortile esistente, ricongiungendosi al tracciato dell'alternativa B, in prossimità dell'inceneritore, e all'alternativa A in prossimità della località Poggio dei Pini, proseguendo fino all'innesto sul tronco già realizzato.

Questa soluzione fu prescelta anche per i notevoli vantaggi relativi, oltre che ai tempi di costruzione, al costo complessivo dell'investimento in quanto, come scaturito nel confronto fra le alternative nell'ambito dello Studio di Prefattibilità Ambientale, l'alternativa C presentava costi inferiori all'alternativa B, nonostante la differenza sfavorevole in termini di lunghezza del tracciato.

La lunghezza complessiva del lotto 1° dell'alternativa C era pari a circa 11,9 chilometri.

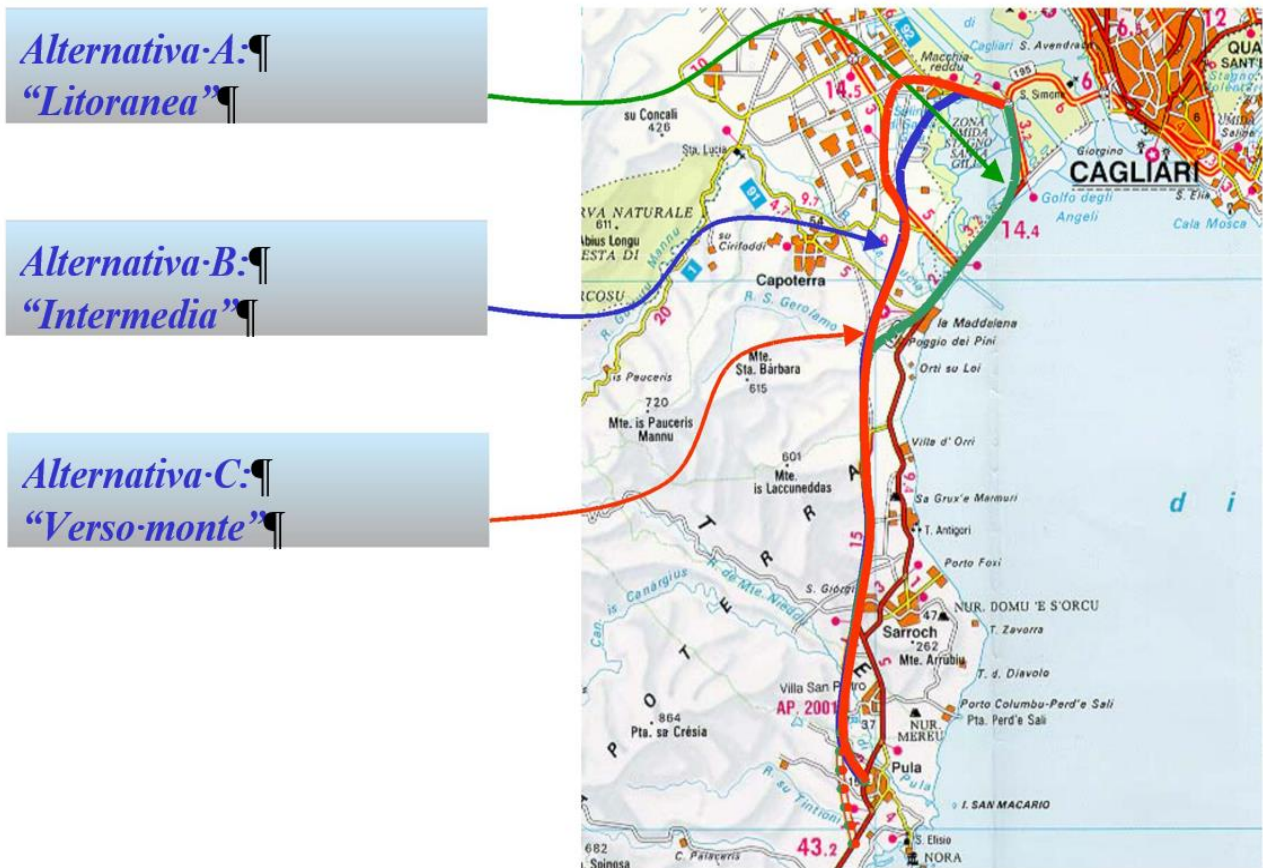
L'alternativa C "Verso monte" presentava dunque il vantaggio di costituire la soluzione che consentiva di ridurre l'impatto sul territorio a fronte di un costo di costruzione che non risultava comunque il più

PROGETTAZIONE ATI:



gravoso fra le diverse alternative. Di contro, come già precisato, rappresentava l'alternativa di maggiore lunghezza di percorrenza con ovvie ricadute negative sui costi del trasporto.

Figura 1.3: schema riepilogativo delle tre alternative analizzate per l'innesto a nord presso Cagliari.



### 1.1.6. LA SCELTA FRA LE ALTERNATIVE: L'ANALISI DI SOSTENIBILITÀ

Il processo di scelta fra le alternative presentate si è basato su criteri di confronto che si articolano in diversi argomenti ed aspetti disciplinari e che hanno riguardato i seguenti "macro-aspetti":

- la sicurezza;
- l'efficienza economica;
- la particolare sensibilità ambientale dell'area attraversata.

Più in dettaglio, sulla base degli approfondimenti sviluppati in sede di progetto, sono state individuate alcune categorie omogenee per agevolare il confronto fra le diverse alternative.

Le categorie di confronto individuate sono:

- distanze e tempi di percorrenza, collegati con il costo generalizzato del trasporto;
- interferenze con zone abitate e attività produttive;
- problemi tecnici di realizzazione;
- impatto su flora, fauna e paesaggio, rumore e vibrazioni
- tempi di realizzazione;
- costi di realizzazione;
- costi e/o rischi aggiuntivi.

PROGETTAZIONE ATI:

## RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Il metodo sintetico di confronto adottato nello studio è consistito nello stabilire in primo luogo una classifica ordinale all'interno di ciascuna categoria rappresentata con un colore variabile in funzione della criticità di una determinata alternativa (rosso = massima criticità, arancio = criticità media, giallo = criticità contenuta).

Una volta stabilita una classifica ordinale all'interno di ciascuna categoria è stato possibile assegnare un "peso", anche solo in termini qualitativi, a ciascuna categoria nella determinazione della soluzione proposta.

Alla luce di queste considerazioni, si è elaborata una tabella riassuntiva delle considerazioni emerse in sede di progetto, di seguito riportata.

Nel caso in esame, il confronto si presenta particolarmente agevole per l'evidenza del livello di valore relativo a ciascuna alternativa nell'ambito delle diverse categorie di giudizio.

Alla luce delle considerazioni svolte la soluzione proposta è risultata, come già più volte anticipato, l'alternativa C "Verso monte".

In base ai risultati dello Studio di funzionalità trasportistico e analisi benefici – costi, infatti, le alternative A "Litoranea" e C "Verso monte" risultavano sostanzialmente equivalenti. In effetti, la minore lunghezza di percorso dell'alternativa A, che si rifletteva positivamente nel costo generalizzato del trasporto, veniva compensata dal fatto che i livelli flusso/capacità dell'alternativa C erano inferiori rispetto alla precedente. Questo risultato era determinato dal fatto che per l'alternativa C, come peraltro per l'alternativa B "Intermedia", il mantenimento della sede esistente della SS195 continuava a rappresentare una possibile alternativa di percorso, anche se limitatamente al traffico leggero, consentendo di migliorare il livello di servizio nella nuova infrastruttura (valore minore del rapporto flusso/capacità).

Per quanto riguarda il confronto economico fra le alternative B "Intermedia" e C "Verso monte", ambedue avevano il vantaggio del mantenimento della sede esistente, ma, se da un lato l'alternativa B presentava una minore lunghezza di percorrenza e, quindi, un minore costo generalizzato del trasporto, dall'altro lato i costi d'investimento erano più elevati di circa il 10%, con il risultato che l'alternativa B risultava comunque molto prossima all'alternativa C nella graduatoria stabilita dall'analisi benefici/costi.

Pertanto, alla luce dei numerosi approfondimenti relativi alle diverse categorie di confronto, la vera discriminante fra le soluzioni risultava derivare dalle considerazioni di tipo ambientale e paesaggistico, relativamente alle quali l'alternativa C "Verso monte" risultava decisamente la meno impattante.

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Figura 1.4: Tabella riassuntiva delle valutazioni effettuate sulle alternative del progetto preliminare

Alternative Componenti	Lunghezza e di tempi di percorrenza	Interferenze con zone abitate e attività produttive	Problemi tecnici di realizzazione	Impatto su flora, fauna, paesaggio, rumore	Tempi di realizzazione	Costi di realizzazione	Costi e/o rischi aggiuntivi
<b>Alternativa A: "Litoranea"</b>	lunghezza complessiva Km 30,7 20 min e 30 sec	impatto su case esistenti, impatto su zona produttiva e commerciale area La Maddalena	difficoltà elevate per l'intero tratto costiero, in particolare all'incrocio con la Dorsale Casic	flora: impatto elevato per l'asportazione di vegetazione nella zona umida fauna: impatto elevato zona di alimentazione paesaggio: strada a quattro corsie in riva al mare rumore: notevole impatto per la presenza di aree densamente popolate in prossimità della strada	tempi amministrativi approvazione impatto ambientale delicata interferenza cantiere con il traffico sulla SS195 esistente	L. 465 160 827 529 (senza il 5° lotto)  L. 550 599 521 988 (con il 5° lotto)	interferenza cantiere- traffico esistente (fenomeni di congestione e incidentalità)
<b>Alternativa B: "Intermedia"</b>	Lunghezza complessiva Km 30,9 20 min e 30 sec	interferenza con l'area delle saline Contivecchi	difficoltà geotecniche elevate nel tratto di attraversamento della laguna (circa 2 Km) e difficoltà di cantierizzazione sulle saline Contivecchi	flora: impatto contenuto fauna: l'infrastruttura si avvicina al baricentro del sistema laguna – saline paesaggio: si crea un corridoio infrastrutturale ex novo rumore. Impatto modesto	Tempi amministrativi per interferenza con attività produttiva e autorizzazione per impatto paesaggistico per presenza viadotto alto	L. 547 158 554 790 (senza il 5° lotto)  L. 632 597 249 249 (con il 5° lotto)	interferenza cantiere con attività saline
<b>Alternativa C: "Verso monte"</b>	lunghezza complessiva Km 33,1 22 min e 5 sec	interferenza contenuta con il tessuto esistente	difficoltà geotecniche elevate nel tratto di attraversamento della laguna esistente	flora: impatto contenuto fauna: impatto contenuto paesaggio: impatto contenuto (ci si muove lungo un corridoio già infrastrutturato) rumore: impatto modesto	approvazione impatto ambientale più agevole perché ci si muove in ogni caso lungo un corridoio già infrastrutturato	L. 485 742 003 684 (senza il 5° lotto)  L. 571 180 698 143 (con il 5° lotto)	problema vicinanza impianto Enichem

PROGETTAZIONE ATI:

### 1.1.7. L'IPOTESI ALTERNATIVA DI ATTRAVERSAMENTO DELLO STAGNO IN SOTTERRANEO

A seguito delle prescrizioni formulate dal MATTM nel corso della procedura di VIA, veniva anche elaborata una ulteriore ipotesi di tracciato che superava lo stagno e/o le saline in sotterraneo, mediante una galleria, al posto del lungo viadotto inizialmente ipotizzato.

Analizzata la nuova ipotesi, questa veniva tuttavia accantonata in quanto, oltre a presentare un costo molto elevato, la galleria ad una quota di circa -30.00 m avrebbe necessitato, in considerazione dei terreni attraversati, di importanti opere di consolidamento dei fronti di avanzamento ed era potenzialmente in grado di determinare una forte alterazione dell'equilibrio dell'ambiente idrico sotterraneo, limitando i moti di filtrazione dal bacino imbrifero retrostante la laguna e il cordone dunale attuale, con conseguenti rischi di modifica delle concentrazioni di salinità della laguna sovrastante.

## 1.2. LE ALTERNATIVE PROGETTUALI NELL'AMBITO DEL CORRIDOIO

### 1.2.1. PREMESSA

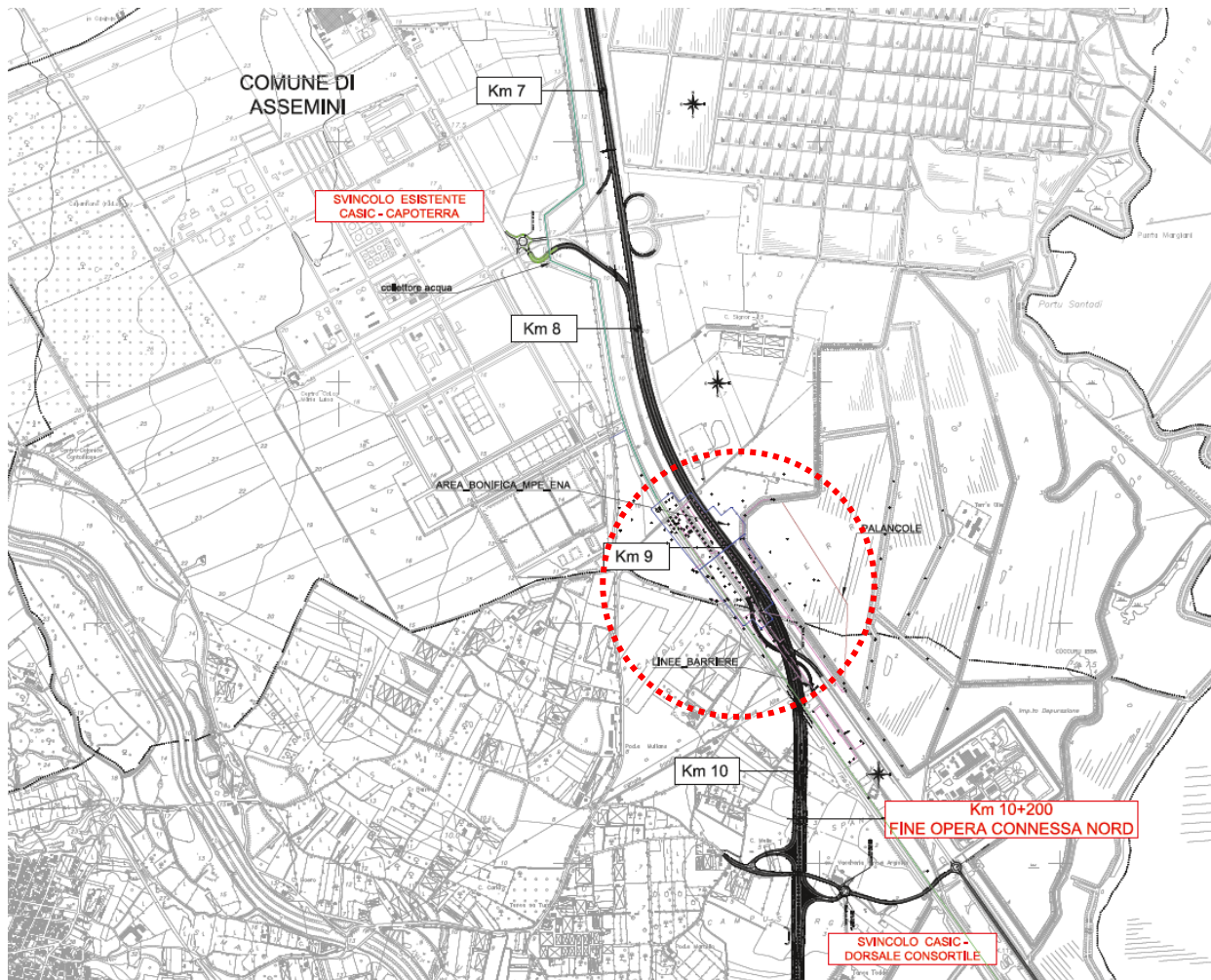
Nel capitolo precedente è stato illustrato come il corridoio adottato per il progetto dell'Opera Connessa Nord sia scaturito da un'analisi e un confronto di alternative esperite nelle fasi progettuali preliminari, e in particolare sia riconducibile alla scelta dell'alternativa C "verso monte", cui risulta sostanzialmente e funzionalmente conforme.

Ciò premesso, il progetto definitivo è stato oggetto anche di ulteriori studi e approfondimenti volti a definire la soluzione progettuale migliore, fermo restando il "corridoio" sancito nel corso della procedura di approvazione del Progetto Preliminare.

### 1.2.2. ALTERNATIVE DI TRACCIATO

L'Opera Connessa Nord, nel tracciato originario redatto dalla RAS nel 2015, a partire dallo svincolo a quadrifoglio presente presso la località Macchiareddu, si discosta, anche se di pochi metri, dall'attuale sede della Dorsale Consortile per innestarsi sull'esistente svincolo "Casic - Capoterra". Su tale svincolo è prevista una rampa in affiancamento all'esistente e l'adeguamento ed il miglioramento dello svincolo mediante la realizzazione di una rotatoria. Dopo lo svincolo è previsto l'ampliamento dell'attuale sede stradale; inoltre, per assicurare la continuità della Dorsale Consortile esistente, è prevista anche la realizzazione, in affiancamento, di una complanare che, per circa 1,5 km, porta la sezione stradale ad una larghezza totale di 33,25 m. Infine, il tracciato, con un'ampia curva destrorsa, si collega allo svincolo "Inceneritore Casic - Dorsale Consortile", in fase di realizzazione, terminando con un tratto in rettilineo di circa 500 m.

Come si vede dalla planimetria seguente (Variante 0 - Tracciato RAS) nella quale è stata sovrapposta anche l'area oggetto di bonifica, la parte terminale dell'intervento originario interferisce fortemente con le operazioni di bonifica.



**Variante 0 - Tracciato della RAS – interferenza con area di bonifica MPE\_ENA**

Sin dalle prime fasi della presente fase di progettazione definitiva, quindi, è emersa la problematica rilevante riguardante le interferenze del tracciato del progetto con le aree oggetto di bonifica, ed in particolare con le attività svolte sull'area inquinata in località Campus de S'Arena, e con il fascio tubiero presente nell'area di intervento che corre parallelamente all'esistente strada dorsale CACIP. L'area, come già illustrato nella relazione in merito allo scenario di base, ricade all'interno del SIN Sulcis Iglesiente Guspinese, per la quale è stato approvato con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare prot. n. 230/STA del 19/05/2015, il "Progetto di bonifica della matrice suolo insaturo e acqua di falda dell'Area Is Campus" avente soggetto obbligato Syndial S.p.A. Tale evidenza ha portato ANAS ad attivare preliminarmente una serie di tavoli tecnici finalizzati al preventivo superamento delle problematiche d'interferenza presenti nel progetto "Variante 0 - Tracciato RAS"

Nello specifico tra la seconda metà del 2018 e la prima metà del 2019 si sono tenuti diversi tavoli tecnici e di coordinamento tra ANAS e i rappresentanti del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, della Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato dei Lavori Pubblici - Assessorato dell'industria, della Città Metropolitana di Cagliari - Ufficio Bonifiche, del Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari -CACIP e della Syndial - Servizi ambientali S.p.A.

Nel corso degli incontri sono state esaminate differenti ipotesi progettuali che l'ANAS S.p.A. si è impegnata a sviluppare ai fini del superamento delle difficoltà connesse all'interferenza del completamento infrastrutturale con le opere di bonifica in località Campus de S'Arena.

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

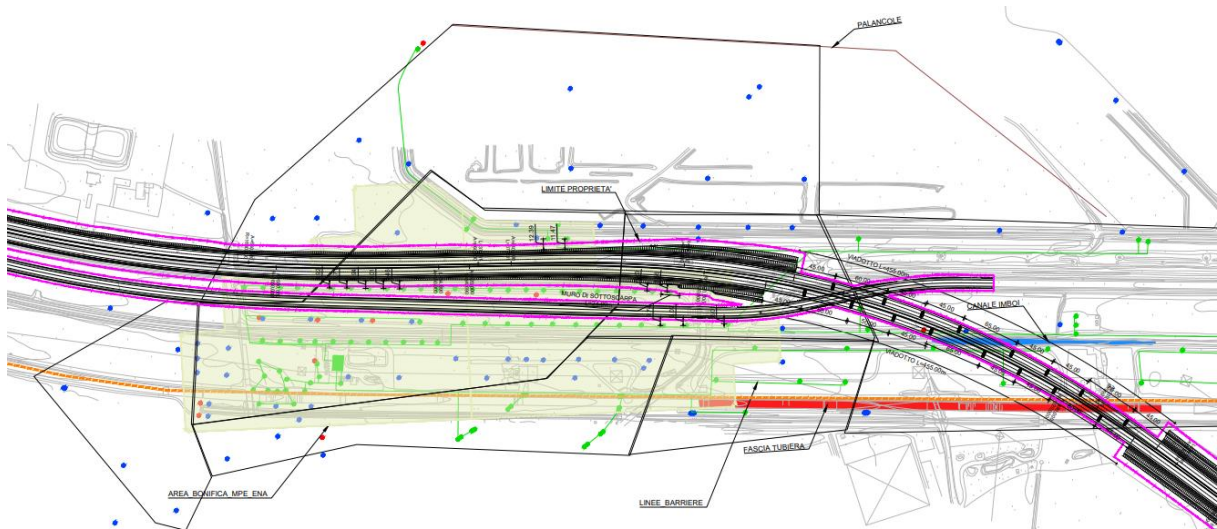


Figura 1.5: la prima soluzione derivante dal progetto preliminare analizzata nel corso del confronto con gli enti. Si evidenzia la massiccia interferenza con l'area di bonifica (in giallino)

In particolare il confronto ha fatto emergere fondate preoccupazioni nel merito della soluzione derivante dal progetto preliminare, che prevedeva l'attraversamento dell'area oggetto di bonifica, mettendone in dubbio la fattibilità ovvero paventando la necessità di revisionare il progetto di bonifica approvato dal MATTM, con conseguenti allungamenti dei tempi e costi delle attività.

Valutate le possibili soluzioni di natura tecnica-esecutiva in grado, a parità di tracciato, di mitigare i rischi, il confronto tecnico si è indirizzato verso la ricerca e la condivisione di ipotesi progettuali alternative al progetto preliminare in grado di eliminare o quanto meno minimizzare l'interferenza.

Nel corso del tavolo tecnico del 19/12/2018 ANAS ha illustrato tre soluzioni progettuali differenti:

- Variante n. 1: con sdoppiamento della carreggiata in due semicarreggiate;
- Variante n. 2: modifica del tracciato stradale verso le aree agricole ad ovest;
- Variante n. 3: modifica del tracciato stradale verso le aree CACIP ad est.

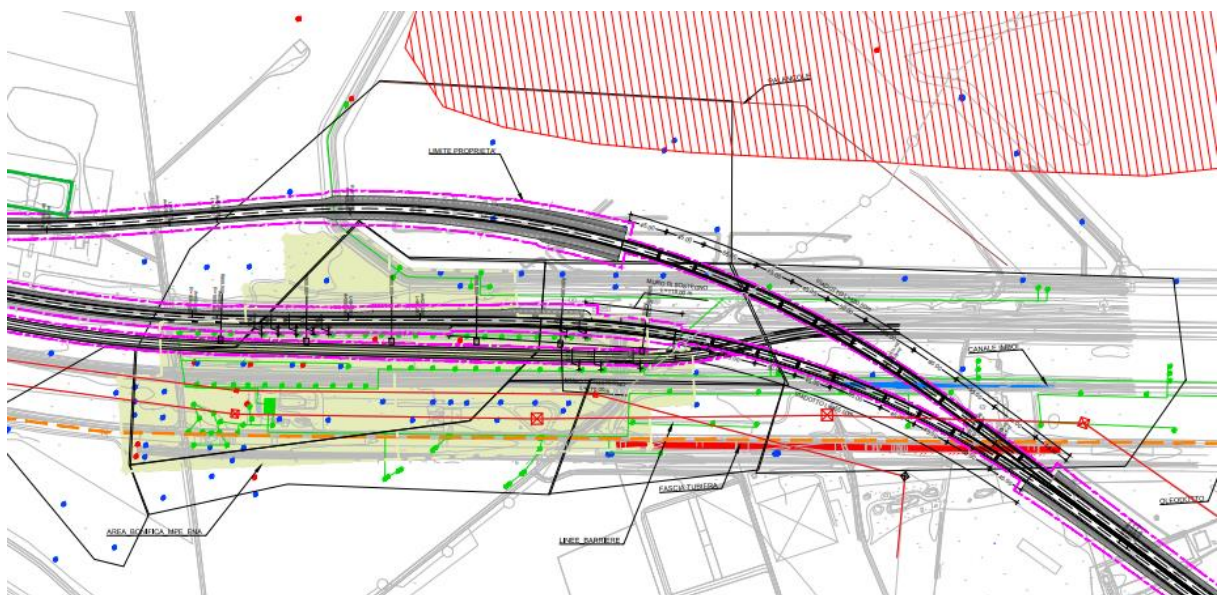


Figura 1.6: Variante n. 1 – sdoppiamento carreggiate

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO



Figura 1.7: Variante n. 2 - spostamento a ovest

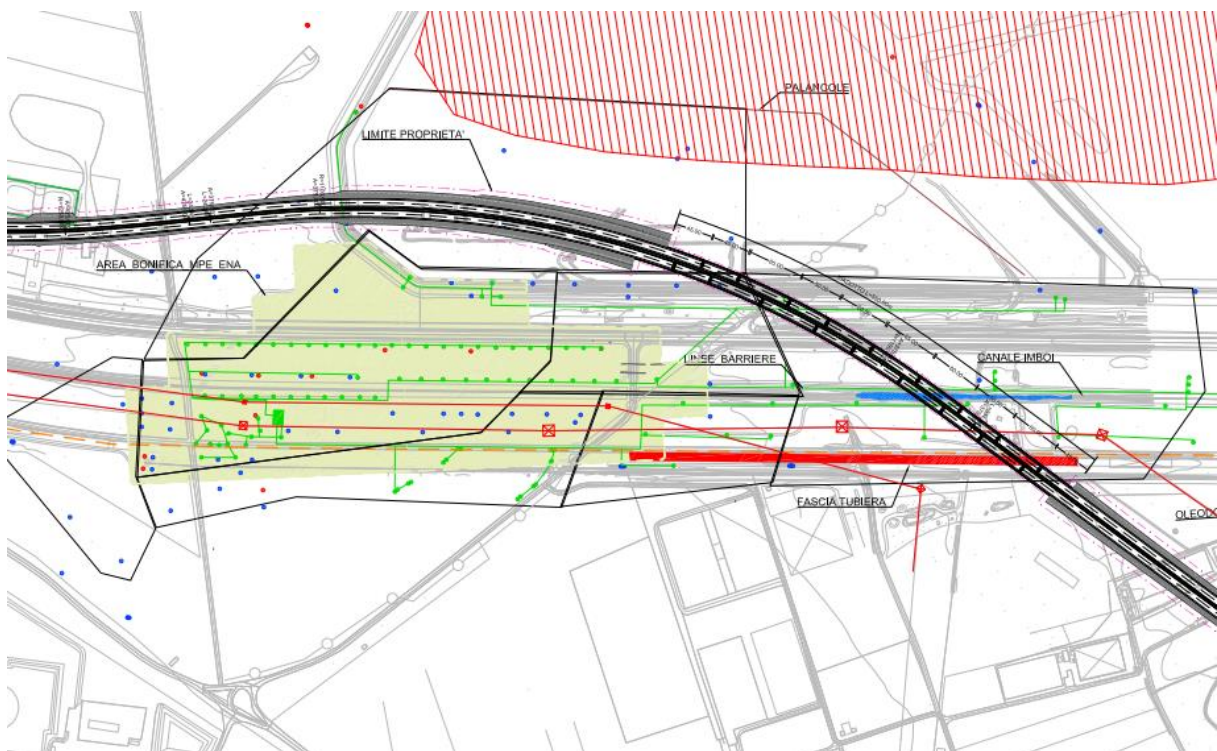


Figura 1.8: Variante n. 3 – spostamento a est

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Tra le alternative esaminate:

- la Variante 1 presentava, in sostanza, le stesse interferenze prodotte dal tracciato a carreggiate unite, costringendo di fatto all'interruzione dei lavori e alla rielaborazione di un nuovo piano di bonifica.
- la Variante 3 presentava problematiche legate alla sovrapposizione con alcuni pozzi di monitoraggio/emungimento, ad interferenze generate dall'infissione dei pali pila sulla circolazione idrologica rispetto agli emungimenti già in essere ed all'idrogeologia locale, soprattutto per infissioni nel terreno oltre i 20 m. Inoltre la variante 3 presentava lo svantaggio di interferire in modo più massiccio con l'area sensibile della laguna e delle saline posta a ovest della strada consortile CASIC esistente.

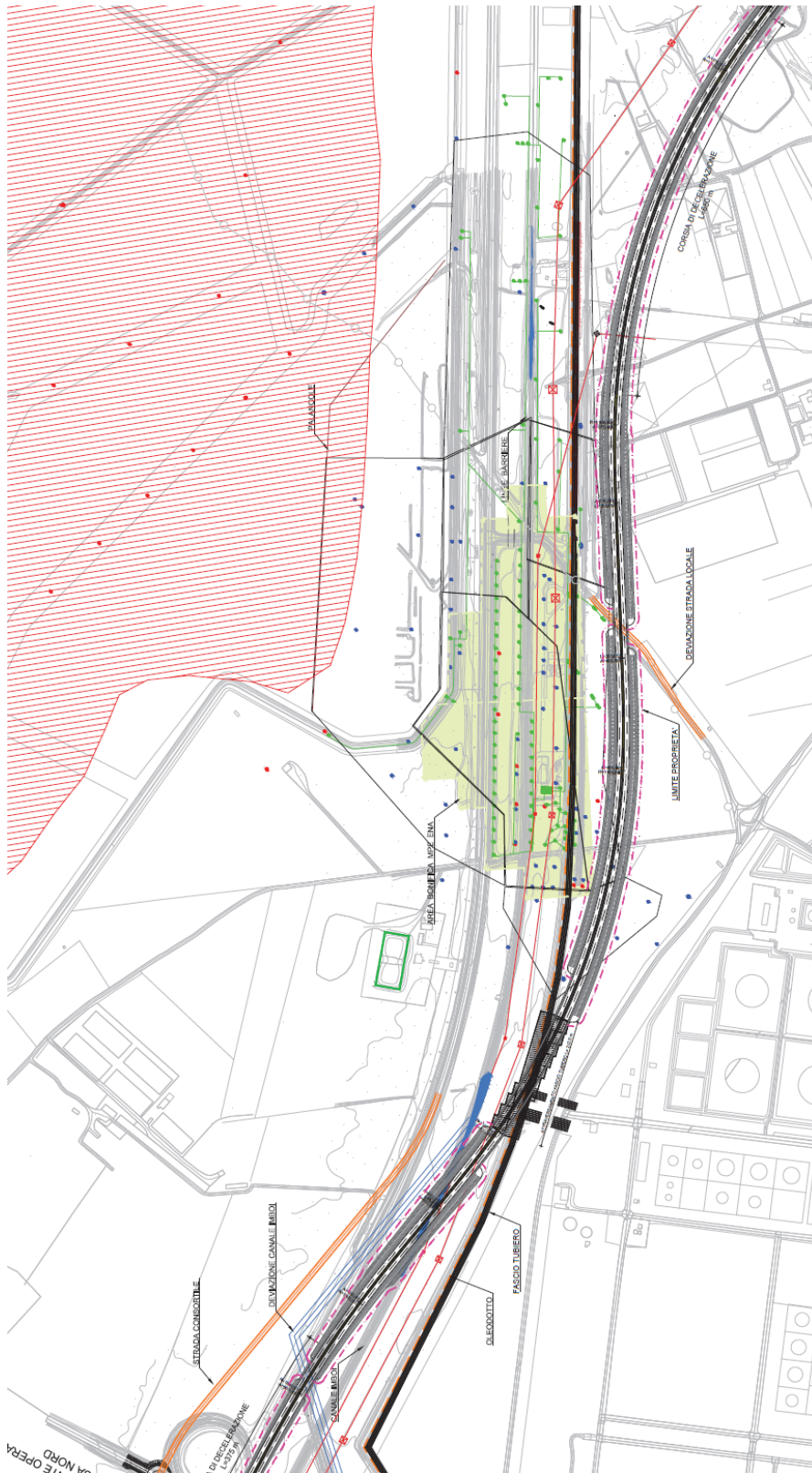
la Variante n. 2 è dunque risultata subito quella più percorribile, in quanto maggiormente in grado di eliminare le problematiche di interferenza con l'area oggetto di bonifica, seppure in presenza di maggiori impatti sul territorio agricolo a ovest della dorsale CACIP e di interferenze residuali, non trascurabili, con alcuni pozzi di emungimento dell'Areale Oleodotto e soprattutto con il fascio tubiero. In particolare, nel corso del tavolo tecnico del 10/01/2019 è emersa per la prima volta l'ipotesi di attraversamento del fascio tubiero mediante una galleria artificiale per evitare la necessità di operare uno spostamento – sicuramente problematico e oneroso – del fascio tubiero stesso.

La scelta della soluzione migliore veniva quindi demandata al confronto di due ulteriori sub-varianti:

- Variante 2\_rev: percorso esterno all'Area CACIP sul lato ovest dell'attuale strada consortile, con approfondimento del metodo per l'attraversamento del fascio tubiero (realizzazione di un **tunnel artificiale a farfalla** di circa 200 m), deviazione del Canale IMBOI e scavalco stradale;
- Variante 2a: percorso esterno all'Area CACIP lato ovest dell'attuale strada consortile con **spostamento del fascio tubero** per eseguire un attraversamento stradale perpendicolare alla pipe-line in modo da realizzare un'opera d'arte meno estesa, deviazione del Canale IMBOI e scavalco stradale;

PROGETTAZIONE ATI:

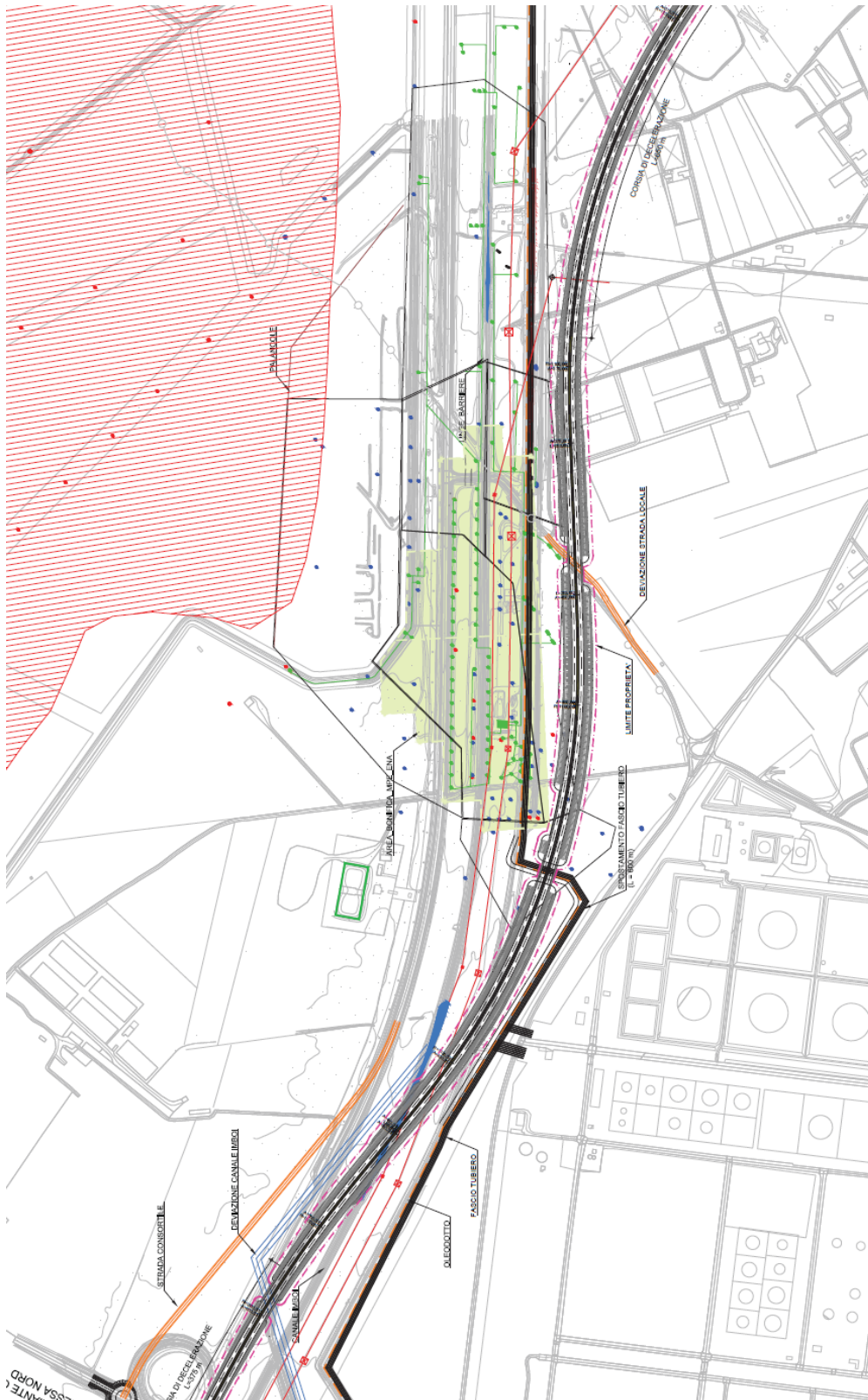
RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO



**Variante 2\_rev: percorso esterno all'Area CACIP sul lato ovest dell'attuale strada consortile, con approfondimento del metodo per l'attraversamento del fascio tubiero (realizzazione di un tunnel artificiale a farfalla), deviazione del Canale IMBOI e scavalco stradale;**

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO



**Variante 2a: percorso esterno all'Area CACIP lato ovest dell'attuale strada consortile con spostamento del fascio tubero per eseguire un attraversamento stradale perpendicolare alla pipe-line in modo da realizzare un'opera d'arte meno estesa, deviazione del Canale IMBOI e scavalco stradale;**

PROGETTAZIONE ATI:



In esito al tavolo tecnico del 5/4/2019 venne sostanzialmente esclusa l'ipotesi di un ricorso allo spostamento del fascio tubiero, in quanto troppo complessa e onerosa in termini di tempi e costi, stabilendo quindi di approfondire l'ipotesi di scavalco del fascio tubiero su un'apposita galleria di sovrappasso. Nel corso dello stesso tavolo tecnico si stabilì altresì di prevedere i futuri interventi di bonifica nell'areale oleodotto in una forma integrata/ottimizzata con la presenza della strada, sulla base di un progetto compiuto e condiviso.

L'orientamento del tavolo tecnico di aprile 2019 venne confermato anche nel successivo tavolo di coordinamento del 13 maggio 2019, presenti anche i rappresentanti del Servizio Tutela del Paesaggio e Vigilanza Sardegna meridionale e dell'Assessorato degli Enti locali, Finanze e Urbanistica, ove l'analisi si concentrava, tra l'altro, sull'analisi di tecnologie costruttive atte ad escludere problematiche di interferenza delle fondazioni dell'opera con la falda profonda, che imponevano un approfondimento tecnico e di indagine fondamentale per non precludere la futura bonifica dell'Areale Oleodotto.

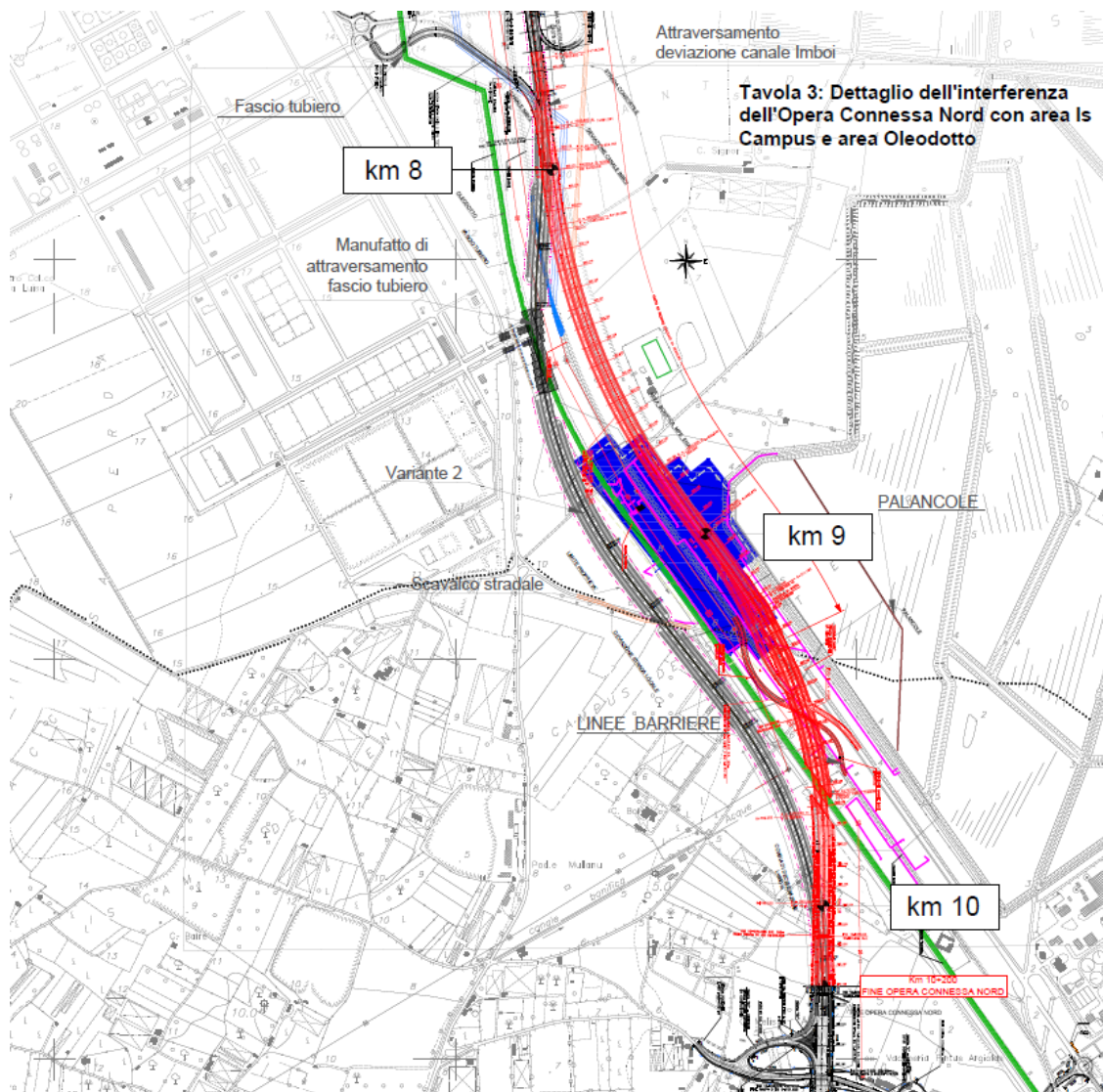


Figura 1.9: La Variante 2 individuata come preferibile nel corso dei tavoli tecnici (in nero) confrontata con l'originaria soluzione derivata dal progetto preliminare (in rosso). In blu l'area della bonifica in località Campus de S'Arena

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Sinteticamente nel corso del tavolo venne comunque ribadito come la Variante 2, comprensiva dello scavalco in galleria artificiale del fascio tubiero, pur non esente da problematiche di natura tecnica, ambientale e paesaggistica, risultava la soluzione indiscutibilmente preferibile sotto il profilo della fattibilità e della riduzione degli impatti sul territorio tra tutte quelle elaborate e esaminate.

Nel corso dello stesso tavolo si stabilì quindi di rendere edotto delle decisioni assunte, mediante apposita trasmissione degli atti, il Ministero dell'Ambiente, in quanto ente di riferimento per le attività di bonifica del sito.

La Variante 2, individuata come preferibile nel corso dei tavoli tecnici tenutisi tra luglio 2018 e maggio 2019, ha costituito la base per l'elaborazione della soluzione del presente progetto definitivo, illustrata nel capitolo successivo.

PROGETTAZIONE ATI:



## 2. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

### 2.1. TRACCIATO DI PROGETTO

Il nuovo tratto di viabilità in oggetto interessa i Comuni di Assemmini (CA) e Capoterra (CA), ha uno sviluppo complessivo di 5 km e si configura come un intervento di adeguamento della Dorsale Casic esistente ad una strada a sezione tipo B D.M. 05.11.2001.

Il tracciato ha inizio al km 5+216.416 subito a valle dello svincolo che attualmente connette la Strada Provinciale n.1 con la Strada Consortile Macchiareddu e termina al km 10+302.535 dove si congiunge all' *Opera Connessa Sud* (in fase di costruzione) in corrispondenza dello svincolo Inceneritore-Dorsale Casic.

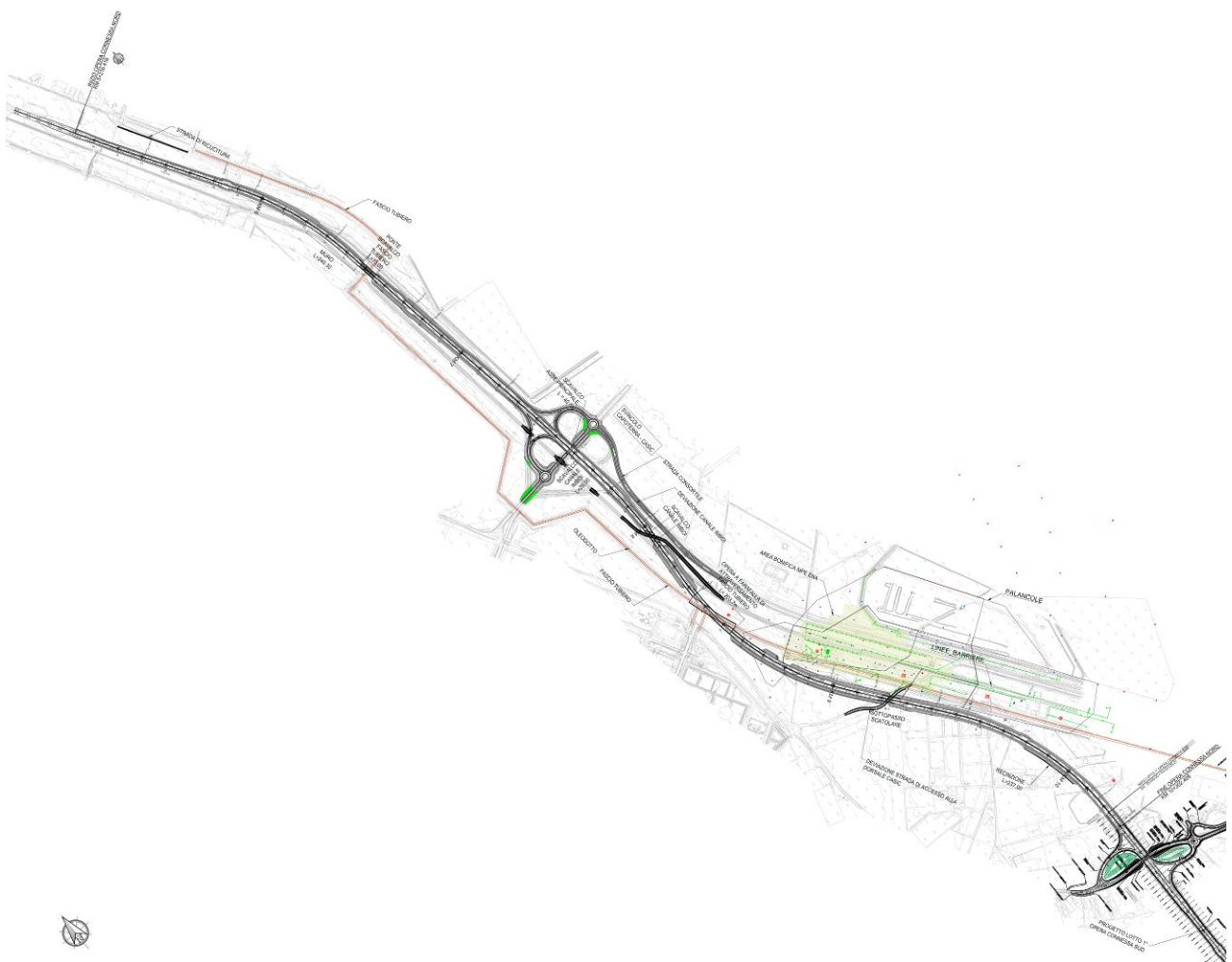


Figura 2.1: Stralcio Planimetria d'insieme *Opera Connessa Nord*

Nel tratto di allaccio allo svincolo esistente la piattaforma è stata opportunamente dimensionata in modo da garantire, a seguito della realizzazione del nuovo asse in progetto, il ripristino delle esistenti corsie specializzate nel rispetto di quanto prescritto dal D.M. 19.04.2006 in termini di sviluppi previsti per le corsie dell'asse principale in diversione, nel caso della carreggiata in direzione Nord, in

PROGETTAZIONE ATI:

immissione nel caso della carreggiata in direzione Sud. In questo caso, inoltre si provvederà alla chiusura dei piazzali attualmente presenti lungo il ciglio esterno delle due carreggiate, tramite l'istallazione di barriere di sicurezza.

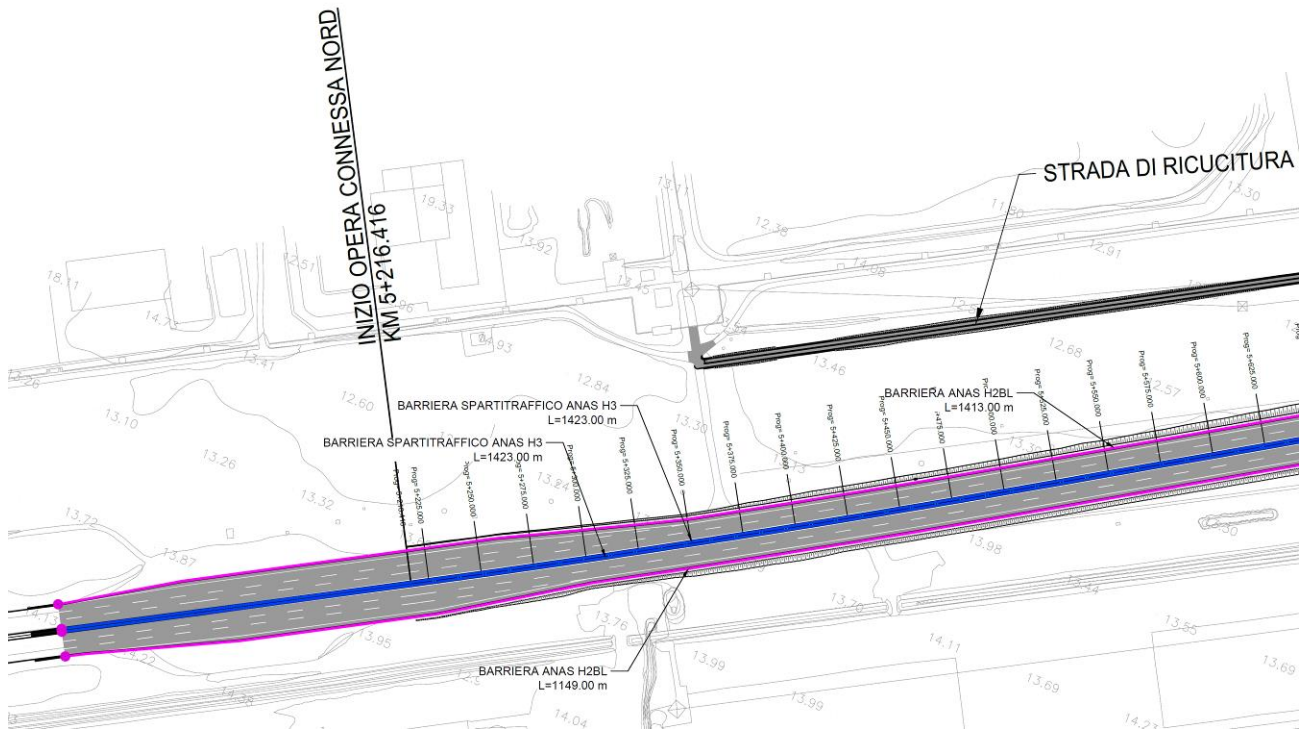


Figura 2.2: Stralcio Sistemazione corsie specializzate e piazzali esistenti (Planimetria barriere di sicurezza dal km 5+216 al km 6+900)

### 2.1.1. GEOMETRIA ASSE PRINCIPALE

Il tracciato dell'asse principale ha inizio sull'esistente Strada Consortile Macchiareddu al km 5+216.416 posto subito a valle dello svincolo a quadrifoglio che attualmente ne consente la connessione con la S.P. 1", dopodiché si sviluppa in direzione Sud e termina al km 10+302.535 in corrispondenza dell'inizio dell'Opera Connessa Sud.

Il tracciato abbandona gradualmente la viabilità esistente tramite una prima curva sinistrorsa di ampio raggio, pari a 7500m per poi piegare verso destra con una curva di raggio pari a 1250m; il tracciato avanza secondo una sequenza di quattro rettili raccordati da tre curve circolari concordi di raggio pari a 7500m e 1800m, dopodiché prosegue secondo un flesso costituito da due curve discordi di raggio pari a 1100m e infine si allaccia all'Opera Connessa Sud.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -1.36%, mentre i raggi minimi sono pari a R=10000.00m (concavo in raccordo all'esistente Strada Consortile), R=7000m (concavo) e R=12000m (convesso).

Lungo il tracciato sono presenti le seguenti opere d'arte principali:

PROGETTAZIONE ATI:

### n. 7 Opere di Scavalco:

#### *Asse Principale*

"Ponte Scavalco Fascio Tubiero":	L = 70m;
"Scavalco Canale IMBOI":	L = 25m;
"Opera a Farfalla Attraversamento Fascio Tubiero":	L = 205.50m;

#### *Rampa A Sv. Casic- Capoterra*

"Ponte scavalco canale IMBOI":	L = 25m;
--------------------------------	----------

#### *Rampa B Sv. Casic- Capoterra*

"Ponte scavalco canale IMBOI":	L = 20.50m;
--------------------------------	-------------

#### *Asse Cavalcavia Sv. Casic- Capoterra*

"Ponte scavalco canale IMBOI":	L = 26m;
--------------------------------	----------

#### *Asse Cavalcavia Sv. Casic- Capoterra*

"Scavalco Asse Principale":	L = 40m.
-----------------------------	----------

### n. 1 Scatolare:

#### *Deviazione strada di accesso alla Dorsale Casic*

"Sottopasso scatolare":	L = 38m.
-------------------------	----------

## 2.2. SVINCOLI

L'intervento in oggetto prevede anche la modifica dello schema funzionale dell'attuale **svincolo Casic-Capoterra**, tramite la realizzazione di nuove rampe che consentiranno alle correnti veicolari circolanti sull'asse principale di immettersi o uscire dallo stesso; a queste si aggiungono l'**Asse Cavalcavia** di connessione tra le due nuove rotatorie di progetto e il **Rampa E** afferente alla nuova Rotatoria 1 costituente invece l'allaccio alla viabilità esistente.

Nello specifico, le rampe in progetto sono come di seguito denominate:

- **Rampa A** di tipo semidiretta, consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale;
- **Rampa B** di tipo indiretta, consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale;
- **Rampa C** di tipo indiretta, consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale;
- **Rampa D** di tipo semidiretta, consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale;
- **Ramo Bidirezionale 1**, consentirà l'ingresso delle correnti del *Rampa A* e l'uscita di quelle del *Rampa B* dalla Rotatoria 1;
- **Ramo Bidirezionale 2**, consentirà l'ingresso delle correnti del *Rampa C* e l'uscita di quelle del *Rampa D* dalla Rotatoria 2.

Lo schema funzionale dello svincolo è completato dalla realizzazione di n.2 rotatorie convenzionali collegate tra loro dal nuovo cavalcavia che consentirà lo scavalco dell'asse principale al km 7+575 circa, ovvero nel tratto in cui è stato necessario prevederne l'innalzamento delle quote di progetto, in accordo con i risultati derivanti dagli studi idrologici e idraulici condotti sull'area d'intervento.

Nello specifico, le rotatorie in progetto sono come di seguito denominate:

- **Rotatoria 1**, ubicata sul lato Ovest dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

- **Rotatoria 2**, ubicata sul lato Est dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;

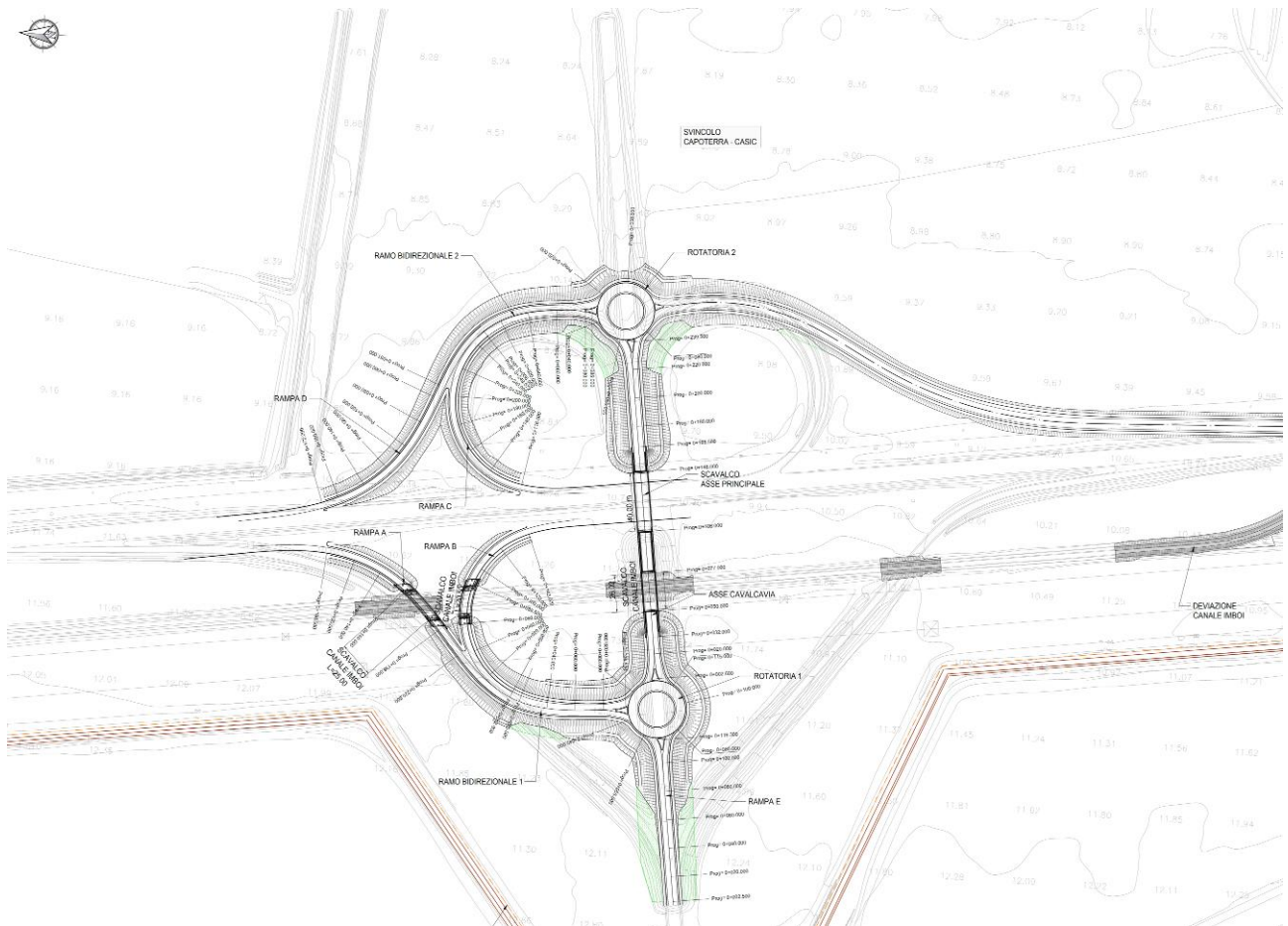


Figura 2.3: Svincolo Casic – Capoterra, Opera Connessa Nord

Il ramo Sud della *Rotatoria 2* rappresenta il tratto finale della sistemazione in variante della *Dorsale Consortile* della quale si prevede la deviazione per un tratto di circa 826m, al fine di lasciar spazio al nuovo asse principale; dal km 7+575 circa, ovvero il tratto a monte dello Svincolo Casic -Capoterra, l'esistente strada consortile sarà "sostituita" dal nuovo asse principale il cui tracciato è previsto su "nuova sede" con l'adozione di sezione stradale propria di una "*Strada extraurbana principale*" (Tipo B), a fronte di quella che invece attualmente caratterizza l'esistente strada consortile, riconducibile ad una "*Strada extraurbana secondaria*" (tipo C).

### 2.2.1. GEOMETRIA SVINCOLO CASIC – CAPOTERRA

Come anticipato lo **svincolo Casic – Capoterra** sarà costituito dalle rampe come di seguito denominate:

- **Rampa A**: si tratta di una rampa di tipo semidiretta che consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale verso il *Ramo Bidirezionale 1* e la *Rotatoria 1*. L'asse si sviluppa per 268m prevedendo un rettilineo iniziale seguito da un flesso asimmetrico tra due curve discordi di raggio pari a 300m e 68.34m (curva di allaccio al *Ramo Bidirezionale 1*).

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 5.85%, mentre i raggi minimi sono pari a R=1250m (concavo) e R=1700m (convesso);

- **Rampa B:** si tratta di una rampa di tipo indiretta che consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale. L'asse si sviluppa per 256m e risulta costituito da una curva circolare iniziale di raggio pari a 64.07m seguita da un rettilineo finale di allaccio all'asse principale.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -4.77%, mentre il raggio minimo concavo è pari a R=1050m;
- **Rampa C:** si tratta di una rampa di tipo indiretta che consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale verso il *Ramo Bidirezionale 2* e la *Rotatoria 2*. L'asse si sviluppa per 249m e risulta costituito da un rettilineo iniziale di allaccio all'asse principale seguito da una curva circolare di raggio pari a 59.00m.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -3.00%, mentre il raggio minimo concavo è pari a R=1000m;
- **Rampa D:** si tratta di una rampa di tipo semidiretta che consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale. L'asse si sviluppa per 245m e risulta costituito da un flesso asimmetrico iniziale tra due curve circolari discordi di raggio pari a 67.59m (curva di allaccio al *Ramo Bidirezionale 2*) e 100m dopodiché termina con un rettilineo di allaccio all'asse principale.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -2.63%, mentre il raggio concavo minimo è pari a R=1500m;
- **Ramo Bidirezionale 1:** si tratta dell'asse che consentirà l'uscita dei veicoli dalla *Rotatoria 1* verso la *Rampa B* e l'entrata dei veicoli provenienti dalla *Rampa A* sulla *Rotatoria 1*. L'asse si sviluppa per 101m e risulta costituito da una curva circolare di allaccio alle *Rampe A* e *B* di raggio pari a 64.07m seguita da un rettilineo di innesto sulla *Rotatoria 1*.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di due livellette e un raccordo verticale convesso; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 4.47%, mentre il raggio convesso minimo è pari a R=1600m;
- **Ramo Bidirezionale 2:** si tratta dell'asse che consentirà l'uscita dei veicoli dalla *Rotatoria 2* verso la *Rampa D* e l'entrata dei veicoli provenienti dalla *Rampa C* sulla *Rotatoria 2*. L'asse si sviluppa per 95m e risulta costituito da una curva circolare di allaccio alle *Rampe C* e *D* di raggio pari a 63.27 seguita da un rettilineo di innesto sulla *Rotatoria 2*.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di due livellette e un raccordo verticale convesso; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 2.8%, mentre il raggio convesso minimo è pari a R=2000m;
- **Rampa E:** si tratta del ramo Ovest afferente alla nuova Rotatoria 1 costituente invece l'allaccio alla viabilità esistente. L'asse si sviluppa per 119m e risulta costituito da un unico rettilineo.  
Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 4.50%, mentre i raggi minimi sono pari a R=800m (concavo) e R=1000m (convesso);

PROGETTAZIONE ATI:



## RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

- **Asse Cavalcavia:** si tratta del ramo di scavalco dell'asse principale costituente la connessione tra le due nuove rotonde di progetto (*Rotatoria 1 e 2*). L'asse si sviluppa per 244m e risulta costituito da un unico rettilineo.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -5.50%, mentre i raggi minimi sono pari a R=650m (concavo) e R=1100m (convesso).

Come già detto lo schema funzionale dello svincolo è completato dalla realizzazione di n.2 rotonde convenzionali denominate:

- **Rotatoria 1**, ubicata sul lato Ovest dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;
- **Rotatoria 2**, ubicata sul lato Est dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;

### 2.3. VIABILITÀ SECONDARIA E OPERE INTERFERENTI

L'intervento in oggetto prevede infine la sistemazione in variante dell'attuale Strada Consortile Macchiareddu per uno sviluppo complessivo di 826m al fine di permettere l'inserimento del nuovo asse principale di progetto (asse denominato **Complanare Casic "Dorsale Consortile"**) e il ripristino dell'esistente viabilità secondaria interferita dalla realizzazione della nuova infrastruttura (asse denominato **Strada di accesso alla "Dorsale Consortile"**).

#### 2.3.1. GEOMETRIA COMPLANARE CASIC "DORSALE CONSORTILE"

La *Complanare Casic "Dorsale Consortile"* rappresenta la sistemazione in variante dell'attuale Strada Consortile Macchiareddu al fine di permettere l'inserimento del nuovo asse principale di progetto. L'asse si sviluppa per 826m e si snoda a partire dalla nuova rotonda di progetto, denominata *Rotatoria 1*, realizzando un primo flesso asimmetrico tra le due curve circolari discordi di raggio pari a 150m e 280m, dopodiché il tracciato continua con una sequenza di due rettilineo raccordati da una curva circolare di raggio pari a 742m riallacciandosi alla viabilità esistente.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -3.50%, mentre i raggi minimi sono pari a R=2000.00m (concavo in raccordo all'esistente Strada Consortile), R=2500m (concavo) e R=1200m (convesso).

#### 2.3.2. GEOMETRIA STRADA DI ACCESSO ALLA DORSALE CONSORTILE

La *Strada di accesso alla "Dorsale Consortile"* rappresenta la ricucitura dell'esistente viabilità secondaria interferita dalla realizzazione della nuova infrastruttura. Il tracciato si sviluppa per 300m e risulta costituito da un primo flesso asimmetrico tra le due curve circolari discordi di raggio pari a 140m e 64m, dopodiché il tracciato continua con una sequenza di due rettilineo raccordati da una curva circolare di raggio pari a 140m.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 3.36%, mentre i raggi minimi sono pari a R=800m (concavo) e R=650m (convesso in raccordo alla viabilità esistente).

### 2.4. SEZIONI TIPO

L'infrastruttura è stata progettata in conformità alle vigenti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", D.M. 5 Novembre 2001, con riferimento alla sezione tipo B "strade extraurbane principali" per quanto riguarda l'asse principale, alla sezione tipo C2 "strade extraurbane secondarie" per quanto riguarda la Dorsale Consortile CASIC, alla sezione tipo F2 "strade locali extraurbane" per quanto riguarda la strada di accesso alla dorsale consortile CASIC e, infine, con

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

riferimento alle indicazioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", D.M. 19 Aprile 2006, per quanto riguarda le rampe dello svincolo.

Tuttavia va ricordato che l'intervento in progetto costituisce un adeguamento della viabilità esistente, in quanto interessa un tratto di strada molto ridotto e risulta fortemente vincolato sia dalle infrastrutture esistenti che dalla presenza di un'ampia area soggetta a bonifica.

Nel testo allegato alla norma D.M. 05/11/2001, al cap. 1 si evidenzia che "interventi su strade esistenti vanno eseguiti adeguando alle presenti norme (D.M. 05/11/2001), per quanto possibile, le caratteristiche geometriche delle stesse, in modo da soddisfare nella maniera migliore le esigenze della circolazione."

Il progetto dell'intervento ha tenuto conto del D.M. 05/11/2001 nei termini previsti nel successivo D.M. 22/04/2004, e cioè che "le presenti norme (D.M. 05/11/2001) si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali e sono di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti, in attesa dell'emanazione per esse di una specifica normativa".

Come citato dal D.M 19/04/2006 art.2 "nel caso di interventi di adeguamento di intersezioni esistenti le norme allegate costituiscono il riferimento cui la progettazione deve tendere".

Poiché ad oggi non sono state emanate ufficialmente normative cogenti per l'adeguamento delle strade esistenti, il criterio seguito per il progetto degli interventi di adeguamento è stato quello di integrare, qualora risulti strettamente necessario, le prescrizioni del D.M. 05/11/2001 con l'adozione di criteri di flessibilità, al fine di garantire una progettazione compatibile con il contesto (territoriale e progettuale) nell'ambito del quale si colloca l'intervento.

2.4.1. ASSE PRINCIPALE

La sezione stradale dell'asse principale si compone di doppia carreggiata separata da spartitraffico di larghezza minima pari a 2,50m; ogni carreggiata comprende due corsie da 3,75m, banchina laterale interna minima da 0,50m ed esterna da 1,75m, per una larghezza complessiva minima della singola carreggiata pari a 9,75m. Nei tratti in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti, in rilevato, da un arginello da 2,00m e in trincea da una cunetta alla francese da 1,00m.

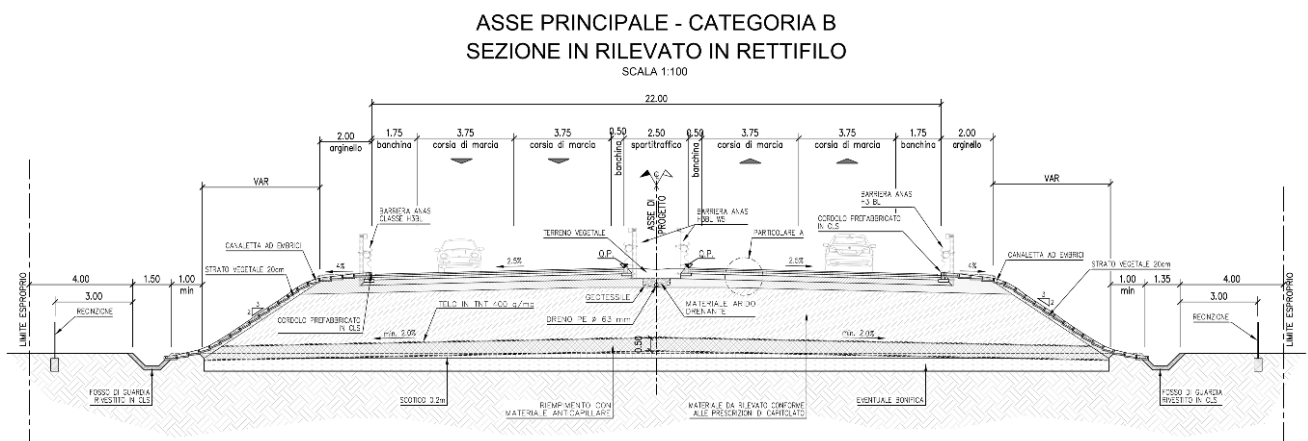


Figura 2.4: Sezione tipo in rilevato dell'asse principale

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

ASSE PRINCIPALE - CATEGORIA B  
SEZIONE IN SCAVO IN RETTIFOLO  
SCALA 1:100

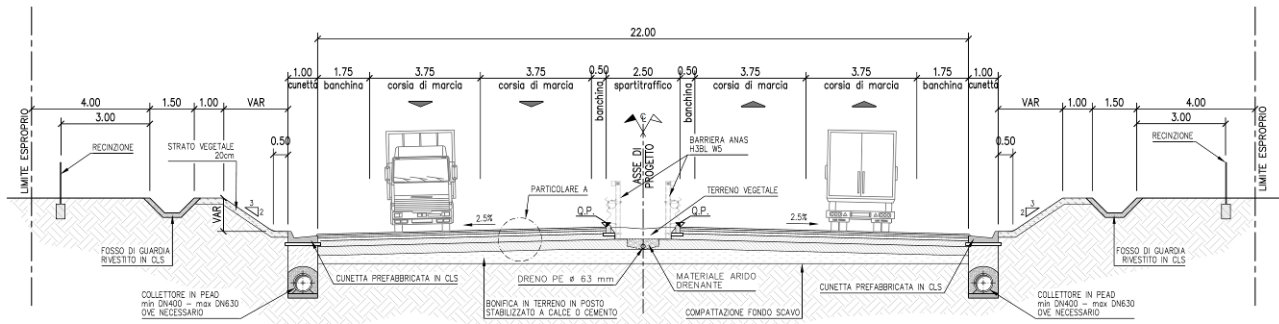


Figura 2.5: Sezione tipo in trincea dell'asse principale

In rettilo la sezione stradale è sagomata a doppia falda, con pendenza trasversale del 2.5% per lo smaltimento delle acque meteoriche. In curva la pendenza trasversale, dipendente dalla velocità di progetto, è stata ricavata utilizzando l'abaco di normativa. Il passaggio graduale da una pendenza ad un'altra avviene lungo le curve di raccordo.

Lungo la carreggiata in direzione Sud nel tratto in approccio allo svincolo Inceneritore – Casic della Dorsale Consortile, al fine di garantire adeguate condizioni di visibilità per il cambio corsia dei veicoli in uscita dall'asse principale, si prevede la realizzazione di un allargamento del ciglio destro della corsia di diversione tramite la realizzazione di un rilevato con scarpata di pendenza ridotta 1/4 senza l'installazione di barriera di sicurezza, in grado di garantire uno spazio libero da ostacoli alla visibilità pari ad almeno 15m.

ASSE PRINCIPALE - CATEGORIA B  
SEZIONE IN RILEVATO CON ALLARGAMENTO ESTERNO PER VISIBILITA'  
SCALA 1:100

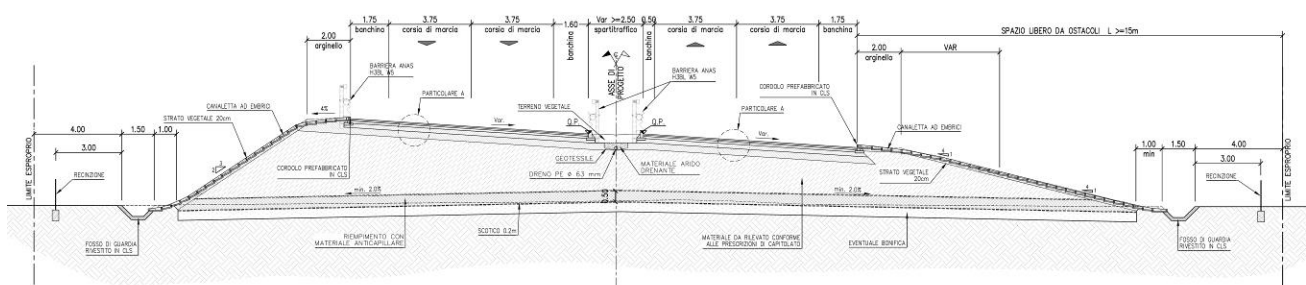


Figura 2.6: Sezione tipo in rilevato dell'asse principale con corsia di diversione e allargamento per visibilità

Ad eccezione del rilevato di cui sopra, per le scarpate dei rilevati e delle trincee è prevista una pendenza 2/3 e rivestimento con terra vegetale per uno spessore di 20 cm; inoltre per i rilevati si prevede eventuale banca intermedia dopo 5,00m di altezza dall'arginello, in caso di altezze superiori a 6,00m.

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

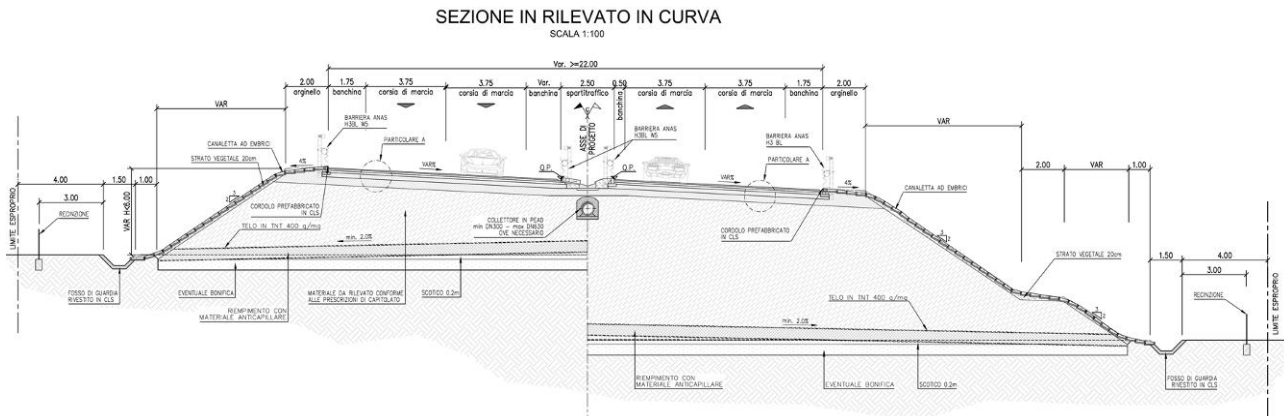


Figura 2.7: Sezione tipo in rilevato dell'asse principale con banche intermedie laterali

La dove l'asse principale incontra il fascio tubiero dell'oleodotto se ne prevede lo scavalco tramite opera di attraversamento a farfalla.

OPERA A FARFALLA  
ATTRAVERSAMENTO FASCIO TUBIERO  
SCALA 1:100

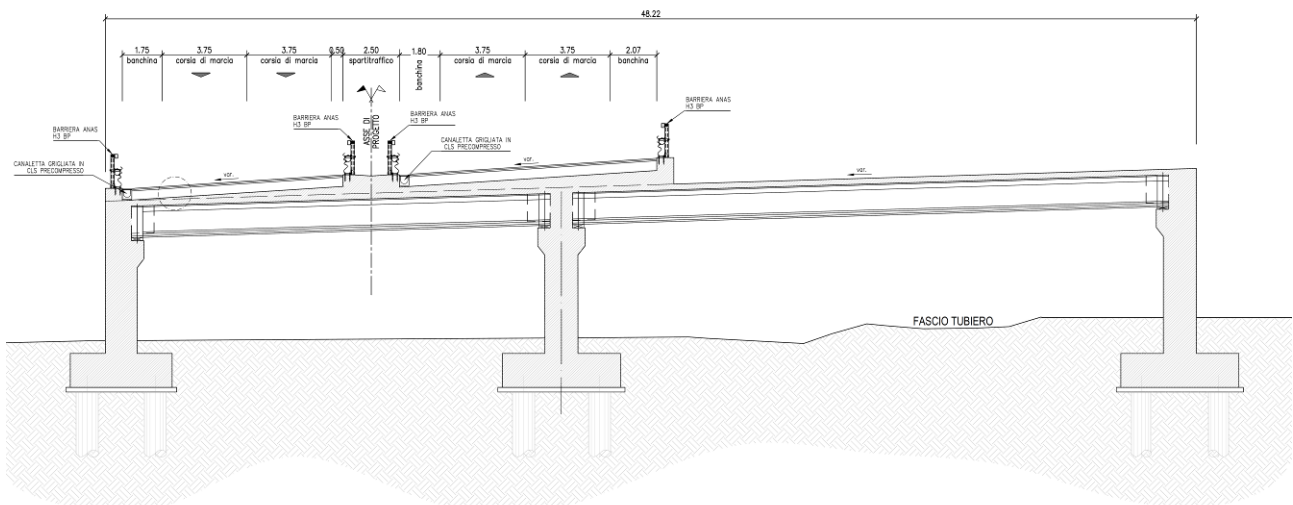


Figura 2.8: Sezione tipo dell'asse principale su opera di attraversamento

2.4.2. SVINCOLO ESISTENTE CASIC – CAPOTERRA

RAMPE

Il progetto prevede la realizzazione di rampe monodirezionali e rampe bidirezionali con una corsia per senso di marcia.

Per le **rampe monodirezionali** si prevede una sezione tipo composta da una corsia di larghezza pari a 4,00 m e banchine laterali di larghezza pari a 1,00 m ciascuna, sagomata a falda unica con una pendenza in rettilineo del 2.5% per agevolare lo scorrimento delle acque meteoriche.

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2,00 m, delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio. La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, ha una pendenza del 2/3.

RAMPA MONODIREZIONALE IN RILEVATO  
RAMO A - B - C - D

SCALA 1:100

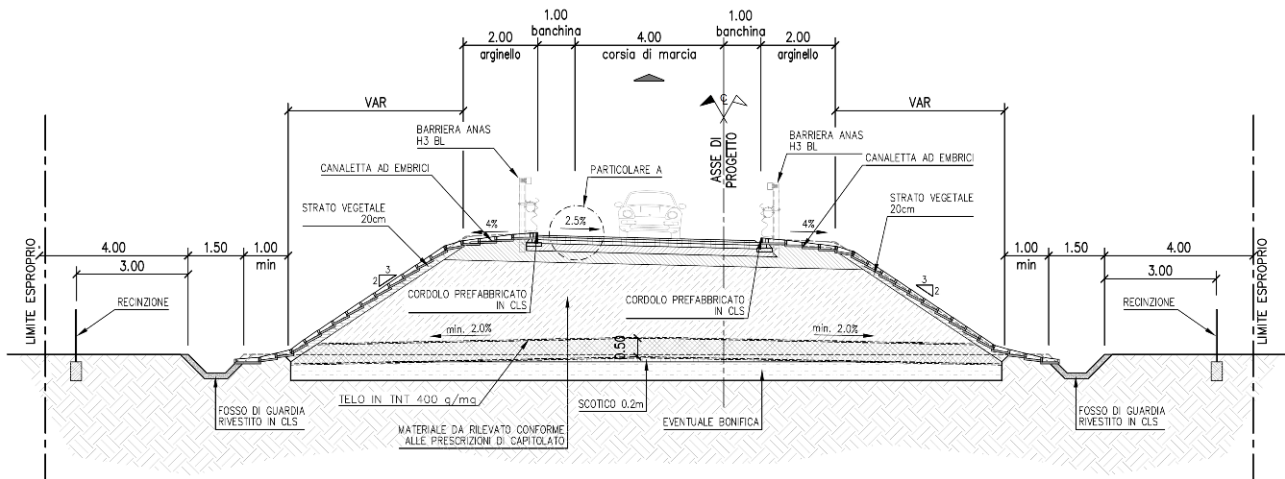


Figura 2.9: Sezione tipo rampa monodirezionale

Per le **rampe bidirezionali** si prevede una sezione tipo composta da due corsie, una per ogni senso di marcia, di larghezza pari a 3,50m e banchine laterali di larghezza pari a 1,00 m ciascuna, sagomata a doppia falda con una pendenza del 2.5% in rettilineo e in curva per consentire lo scorrimento delle acque meteoriche.

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2,00 m, delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio. La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, ha una pendenza del 2/3.

RAMPA BIDIREZIONALE IN RILEVATO  
RAMO E - CAVALCAVIA - BIDIREZIONALE 1 - 2

SCALA 1:100

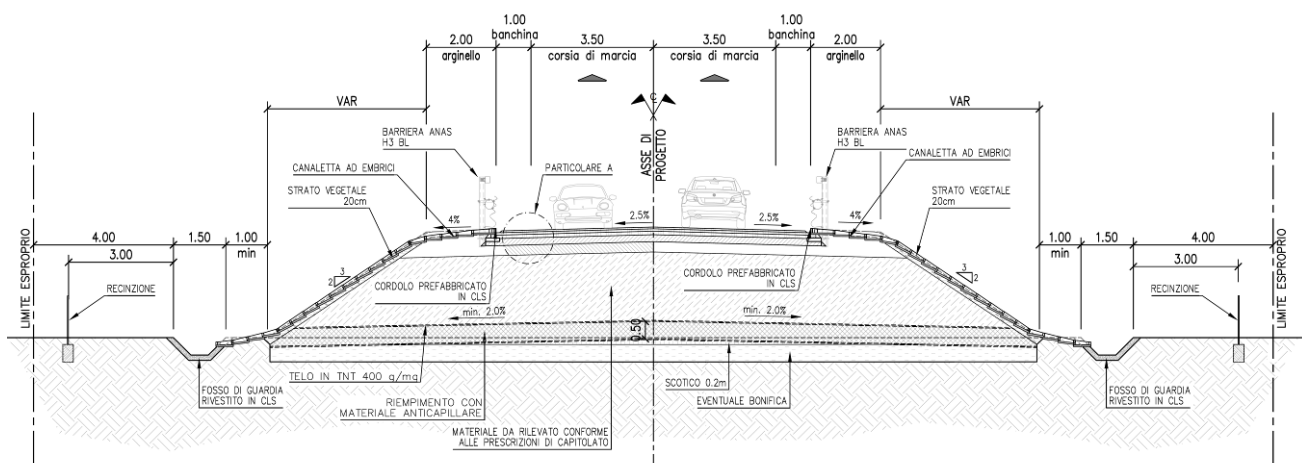


Figura 2.10: Sezione tipo rampa Bidirezionale

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

In alcuni tratti delle viabilità denominate *Ramo E, Asse Cavalcavia, Ramo Bidirezionale 1 e 2* dello svincolo CASIC – Capoterra si prevede l'ammorsamento sul rilevato esistente.

L'ammorsamento sui rilevati esistenti sarà realizzato tramite la sagomatura a gradoni orizzontali del terreno del corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, adottando le necessarie cautele volte a garantirne la stabilità.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente; ogni gradone (di altezza massima 50 cm) seguirà la stesa del corrispondente nuovo strato di analoga altezza ed il suo costipamento, mantenendo nel contempo l'eventuale viabilità sul rilevato esistente.

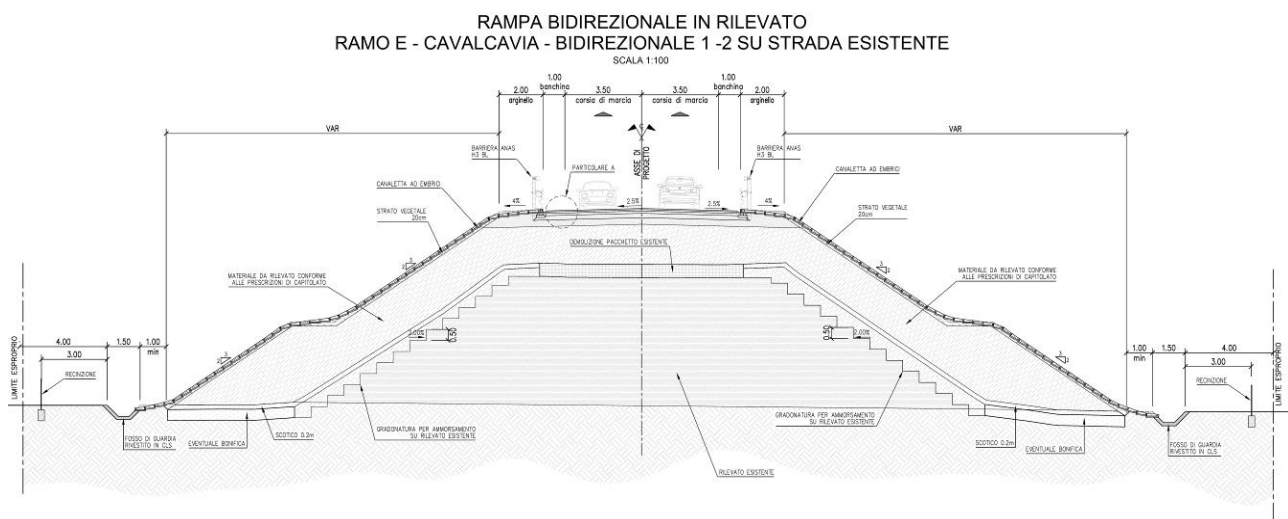


Figura 2.11: Sezione tipo rampa Bidirezionale con ammorsamento su rilevato esistente

ROTATORIE

Per le nuove rotatorie si prevede un anello giratorio di larghezza pari a 6,00m, banchina esterna da 1,00m e interna da 1,50m; gli elementi marginali e le scarpate previste all'esterno della rotatoria saranno analoghe a quelle previste per i rami in ingresso, ovvero arginelli erbosi di larghezza pari a 2,00m delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio e scarpate conformate con pendenza 2/3 e banca intermedia dopo 5,00m di altezza, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20cm dall'arginello, in caso di altezze superiori a 6 m.

Entrambe le rotatorie in progetto saranno ammorsate sul rilevato dell'attuale S.P.1; l'ammorsamento sui rilevati esistenti sarà realizzato tramite la sagomatura a gradoni orizzontali del terreno del corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, adottando le necessarie cautele volte a garantirne la stabilità.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente; ogni gradone (di altezza massima 50 cm) seguirà la stesa del corrispondente nuovo strato di analoga altezza ed il suo costipamento, mantenendo nel contempo l'eventuale viabilità sul rilevato esistente.

PROGETTAZIONE ATI:



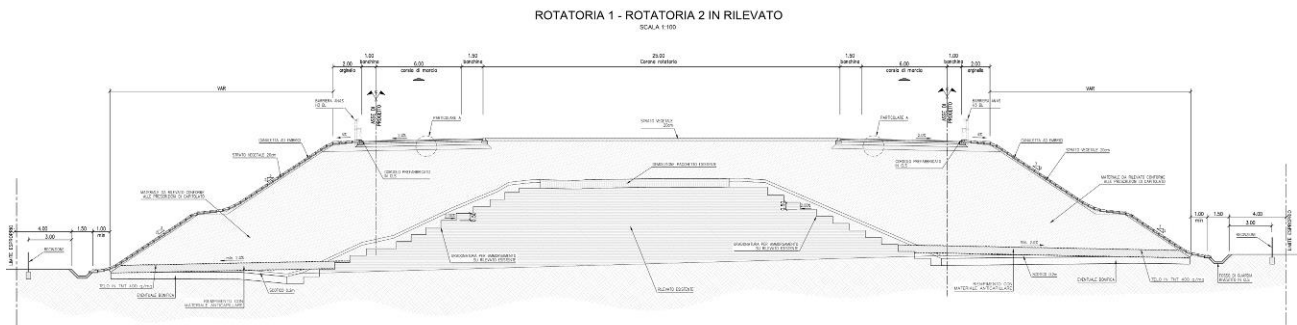


Figura 2.12: Sezione tipo Rotatorie 1 e 2

### 2.4.3. VIABILITÀ SECONDARIA E OPERE INTERFERENTI

#### COMPLANARE CASIC "DORSALE CONSORTILE"

La sezione stradale dell'asse secondario in oggetto prevede un'unica carreggiata da 9,50m composta da due corsie da 3,50m affiancate da banchine da 1,25m. Nei tratti in rilevato che si sviluppano in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti da un arginello da 2,00m delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio.

La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, ha una pendenza del 2/3.

#### STRADA - CATEGORIA C2 DORSALE CONSORTILE SCALA 1:100

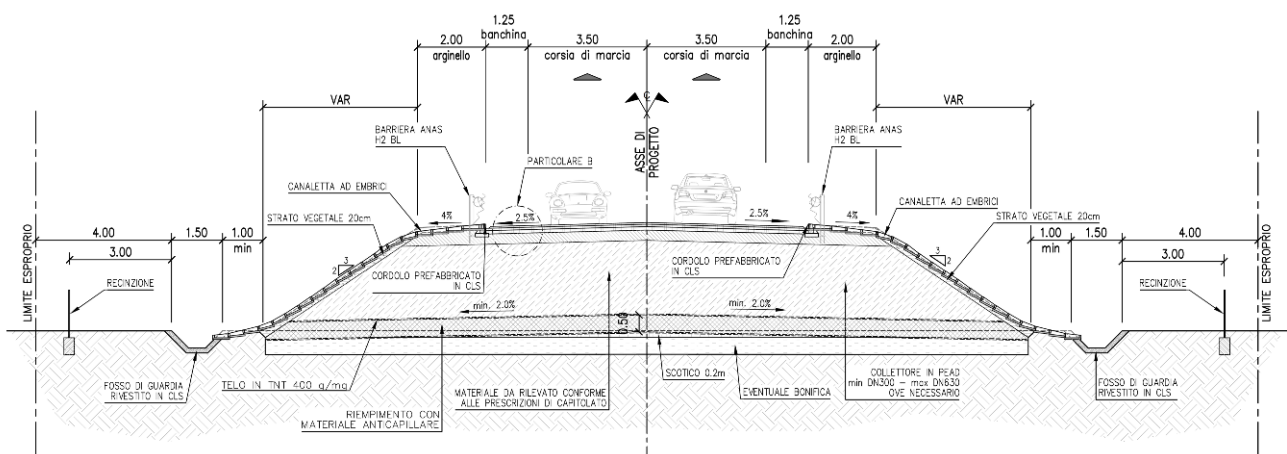


Figura 2.13: Sezione tipo in rilevato dell'asse secondario - Complanare Casic "Dorsale Consortile"

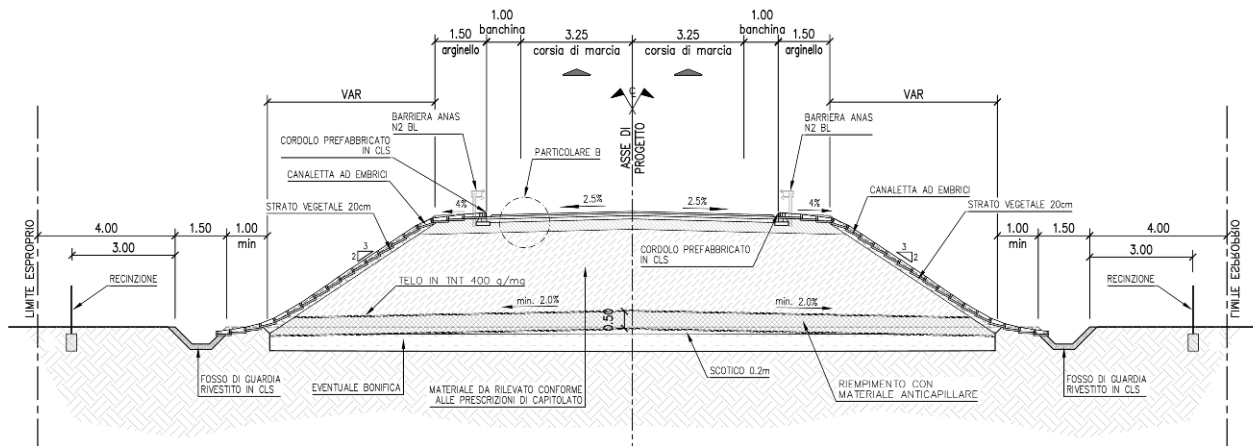
PROGETTAZIONE ATI:

**STRADA DI ACCESSO ALLA DORSALE CONSORTILE CASIC**

La sezione stradale dell'asse secondario in oggetto prevede un'unica carreggiata da 8,50m composta da due corsie da 3,25m affiancate da banchine da 1,00m. Nei tratti che si sviluppano in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti da un arginello da 2,00m in rilevato e da cunetta alla francese da 1,00m in trincea.

**STRADA ACCESSO - CATEGORIA F2 - IN RILEVATO**

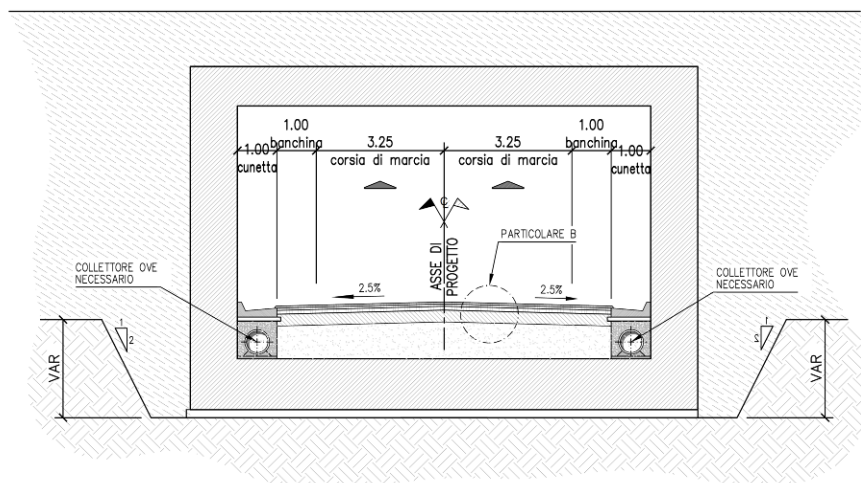
SCALA 1:100



**Figura 2.14: Sezione tipo in rilevato dell'asse secondario – Strada di Accesso alla Dorsale Consortile CASIC**

Per le scarpate dei rilevati e delle trincee, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, è prevista una pendenza 2/3.

Laddove la Strada di Accesso alla dorsale consortile CASIC incontra l'asse principale si prevede la realizzazione di un sottovia scatolare per consentirne l'attraversamento.



**Figura 2.15: Sezione tipo in sottovia asse secondario – Strada di Accesso alla Dorsale Consortile CASIC**

PROGETTAZIONE ATI:

## 2.5. BARRIERE DI SICUREZZA

Le barriere di sicurezza stradali da introdurre lungo la viabilità in progetto sono state individuate sulla base di quanto previsto dal DM 18 feb 1992, n.223 e s.m.i. e, in particolare, con quanto contenuto nell'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004.

Il posizionamento dei dispositivi di ritenuta tiene conto delle caratteristiche geometriche della sede stradale, della loro compatibilità con gli spazi disponibili e dei vincoli esistenti.

In particolare, le barriere sono state previste nei seguenti casi:

- Sui margini di tutte le opere d'arte all'aperto, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale;
- Sul margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1.00 m;
- In corrispondenza di ostacoli fissi frontali o laterali.

Si evidenzia che la scelta delle barriere di sicurezza deve essere comunque eseguita considerando soltanto i dispositivi che risultano essere stati sottoposti a prove di crash-test secondo le norme UNI EN 1317.

Le tipologie di barriere di sicurezza sono state definite in conformità ai parametri indicati nella normativa nazionale, ovvero il *Tipo di traffico* (funzione del TGM e della % di veicoli di massa > 3.5 ton), *Tipo di strada* e *Destinazione della barriera*:

Lungo l'**asse principale** in progetto (strada di categoria B) il traffico di riferimento (TGM), come precedentemente indicato, è maggiore di 1000 con una percentuale di veicoli pesanti pari al 8.90%, pertanto, ai sensi dell'art.6 del citato DM, il traffico di progetto rientra nella categoria "tipo II".

Per le **strade secondarie interferite** il traffico di riferimento (TGM) è, anche in questo caso, maggiore di 1000 mentre, per quanto concerne la percentuale di veicoli pesanti, si è assunto un valore maggiore del 15% per la *Dorsale Consortile* (strada di categoria C2) e un valore minore del 15% per la *Strada di Accesso alla dorsale consortile* (strada di categoria F2), a cui si associa rispettivamente un traffico di "tipo III" e un traffico di "tipo II".

Secondo quanto sopra esposto si ritiene corretto e ammissibile prevedere l'installazione dei dispositivi di ritenuta di seguito descritti.

### Asse principale e Rampe:

- Barriera di sicurezza metallica bordo laterale Tipo ANAS con livello di contenimento H2 e larghezza operativa W5 ( $WN \leq 1.7$ );
- Barriera di sicurezza metallica spartitraffico Tipo ANAS con livello di contenimento H3 e larghezza operativa W5 ( $WN \leq 1.7$ );
- Barriera di sicurezza metallica bordo ponte Tipo ANAS con livello di contenimento H3 e larghezza operativa W5 ( $WN \leq 1.7$ ) a protezione delle opere d'arte presenti;
- Barriera di sicurezza metallica bordo ponte Tipo ANAS con livello di contenimento H3 e larghezza operativa W5 ( $WN \leq 1.7$ ) con rete antilancio integrata da installare lungo il viadotto che scavalca l'asse principale all'interno dello svincolo Casic-Capoterra, lungo il viadotto che scavalca il fascio tubiero dell'oleodotto e, infine a protezione della Strada di Accesso alla dorsale consortile che sottopassano l'asse principale.

### Viabilità secondarie interferite:

#### *Dorsale Consortile:*

- Barriera di sicurezza metallica bordo laterale Tipo ANAS con livello di contenimento H2 e larghezza operativa W5 ( $WN \leq 1.7$ ).

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

*Strada di Accesso alla dorsale consortile:*

- Barriera di sicurezza metallica bordo laterale con livello di contenimento N2 e larghezza operativa W4 ( $WN \leq 1.3$ ).

Nei punti di inizio e fine barriera è stato previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici; nel passaggio tra barriere bordo ponte e bordo rilevato si prevede di garantirne la continuità strutturale tramite una transizione appositamente progettata di sviluppo almeno pari a 12.5 volte la differenza tra le deformazioni dinamiche delle due barriere accoppiate tenendo debitamente in conto dei moduli minimi di costruzione.

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, nel caso in cui la lunghezza della barriera bordo ponte installata è inferiore a quella effettivamente testata occorrerà raggiungere l'estensione minima attraverso l'installazione di un tratto di dispositivo diverso, ma di pari classe.

Infine, si prevede l'installazione di appositi **attenuatori d'urto** nei punti di cambio di direzione o di uscita, ovvero in presenza di "cuspidi" intese come divergenza tra due rami percorsi nello stesso verso.

Gli attenuatori d'urto da installare sono stati individuati in conformità a quanto contenuto nell'art. 6 del D.M. 21.6.2004, che definisce la classe minima di attenuatore da adottare in funzione della sola velocità imposta nella strada da cui diverge la rampa.

In particolare si prevede l'installazione di:

- Attenuatore di Classe 80 (per Velocità  $90 \leq V \leq 130$  km/h) nei punti di uscita dall'asse principale;
- Attenuatore di Classe 50 (per Velocità  $V < 90$  km/h) nei punti di uscita dalle rampe.

L'ubicazione, la tipologia e l'estensione dei dispositivi installati sono riportati negli specifici elaborati riguardanti le planimetrie delle barriere di sicurezza.

PROGETTAZIONE ATI:

### 3. OPERE D'ARTE MAGGIORI

Il progetto e la verifica delle strutture di tutte le opere d'arte descritte ai seguenti paragrafi sono state progettate secondo la vigente normativa tecnica D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni" e Circolare n° 7 del 21/01/2019 Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 17/01/2018.

Sono state altresì adoperate le normative generali europee (Eurocodici, Norme UNI) e normative applicative specifiche relative alla tipologia strutturale adottata.

La definizione dei livelli prestazionale delle opere, oltre che con riferimento a criteri di resistenza e stabilità è stata valutata anche in riferimento alla durabilità delle opere attraverso una attenta analisi delle caratteristiche ambientali del luogo che hanno richiesto una specifica progettazione delle classi di esposizione (classe minima di resistenza agli attacchi atmosferici) e resistenza (classe minima di resistenza) dei calcestruzzi delle opere d'arte, sia delle elevazioni che delle fondazioni.

#### 3.1. SCAVALCO FASCIA TUBIERA ALLA PROG. 8+366.00

L'opera consente lo scavalco della fascia tubiera esistente da parte dell'asse principale di viabilità di progetto.

Sebbene l'opera si configuri continua nello sviluppo planimetrico si può di fatto distinguere in due diverse parti principali che lungo l'asse del tracciato si intrecciano tra di loro. Nella fattispecie si individua una parte destinata alla viabilità superiore della SS195 ed una parte a copertura del fascio tubiero in quota terreno.

Sono previste aperture nelle pareti laterali per consentire le confluenze delle tubazioni secondarie al fascio tubiero principale.

La larghezza dell'opera è variabile. In corrispondenza degli imbocchi si ha la massima larghezza della struttura pari a circa 50m su due campate, mentre nella zona centrale ove le precedenti definite parti si uniscono la larghezza è pari a circa 26m.

La lunghezza totale dell'opera è pari a circa 205m

L'opera si compone, oltre alle fondazioni di pareti in elevazione in c.a. ed un impalcato di copertura realizzato per la quasi totalità con travi in c.a.p. e porzioni di solettone alleggerito. Con riferimento alla porzione carrabile, l'impalcato oggetto di studio presenta una complessiva di 24.68m.

La sezione longitudinale della carreggiata è riportata nella seguente Figura 3.6.

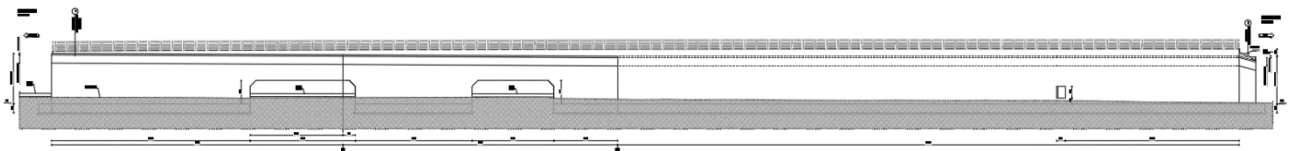


Figura 3.1: Vista longitudinale E – E

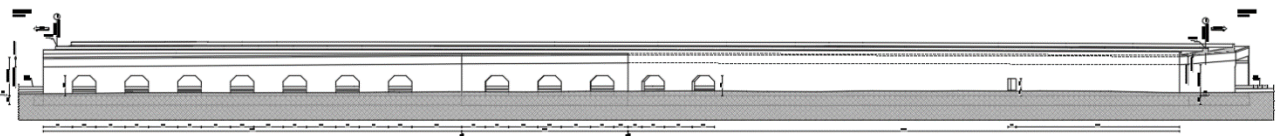


Figura 3.2: Vista longitudinale F – F

La geometria della sezione trasversale dell'impalcato è riportata nelle immagini seguenti:

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

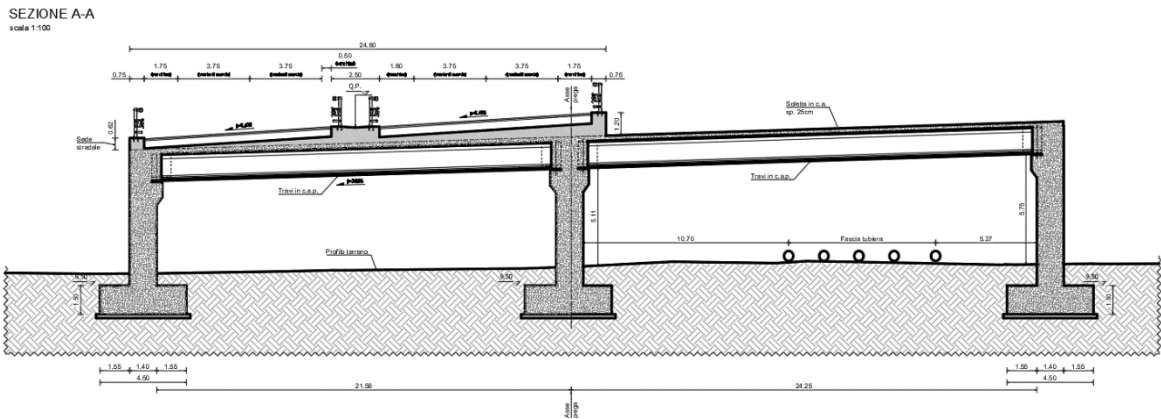


Figura 3.3: Sezione A-A trasversale opera

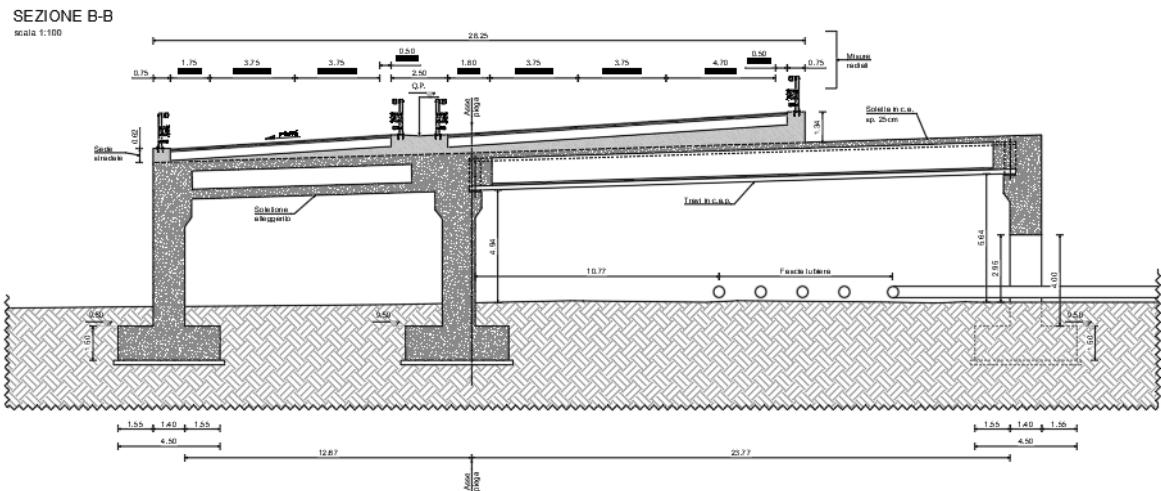


Figura 3.4: Sezione B-B trasversale opera

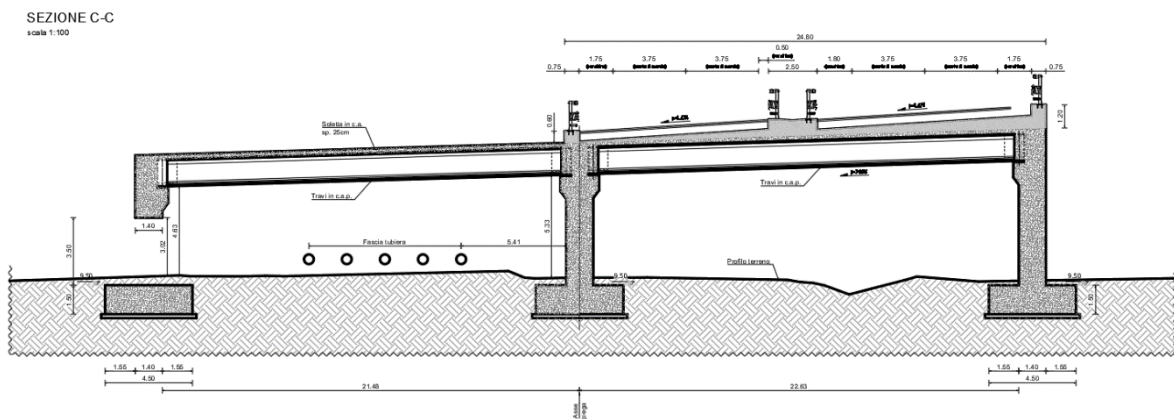


Figura 3.5: Sezione C-C trasversale opera

Le fondazioni sono del tipo diretto su terreno consolidato da interventi jet grouting.  
Le travi sono varate dal basso. Per la protezione del fascio tubiero in fase di realizzazione è previsto impiego di cassero metallico mobile.

PROGETTAZIONE ATI:



### 3.2. PONTI

#### 3.2.1. PONTE SCAVALCO FASCIO TUBIERO ALLA PROG. 6+749.00

L'opera si rende necessaria allo scavalco della fascia tubiera al km 6+750 che intercetta ortogonalmente l'asse di progetto principale.

Sulla base della conformazione del territorio e dell'assenza di ulteriori interferenze la scelta del nuovo viadotto è ricaduta su un'opera che si sviluppa su 3 campate per una lunghezza complessiva di 70m, con struttura a travi in c.a.p.

Il viadotto, a doppia carreggiata, è composto da impalcati indipendenti distanziati da un varco di 1m. di larghezza 11.25m ognuno.

Le sottostrutture sono composte da 2 pile a setto (una per ciascun impalcato) mentre le fondazioni sono del tipo indiretto plinti su pali. Le spalle sono in c.a. anche 'esse a fondazione indiretta su pali. Le sezioni della carreggiata sono riportate nelle figure seguenti:

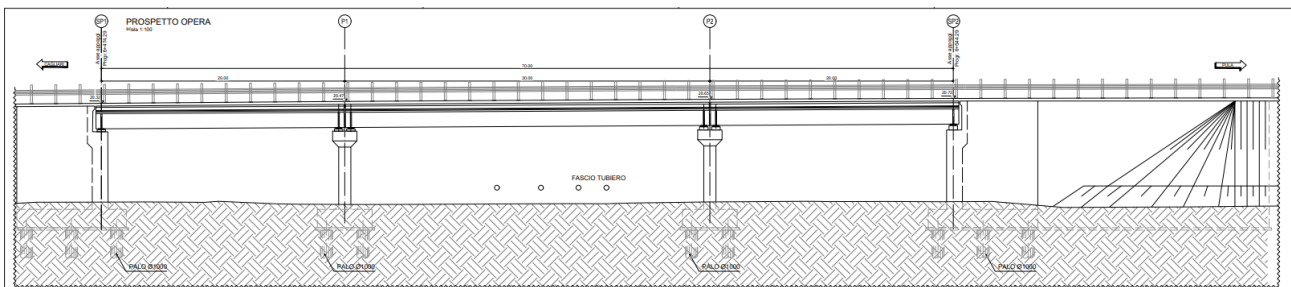


Figura 3.6: Prospetto dell'opera

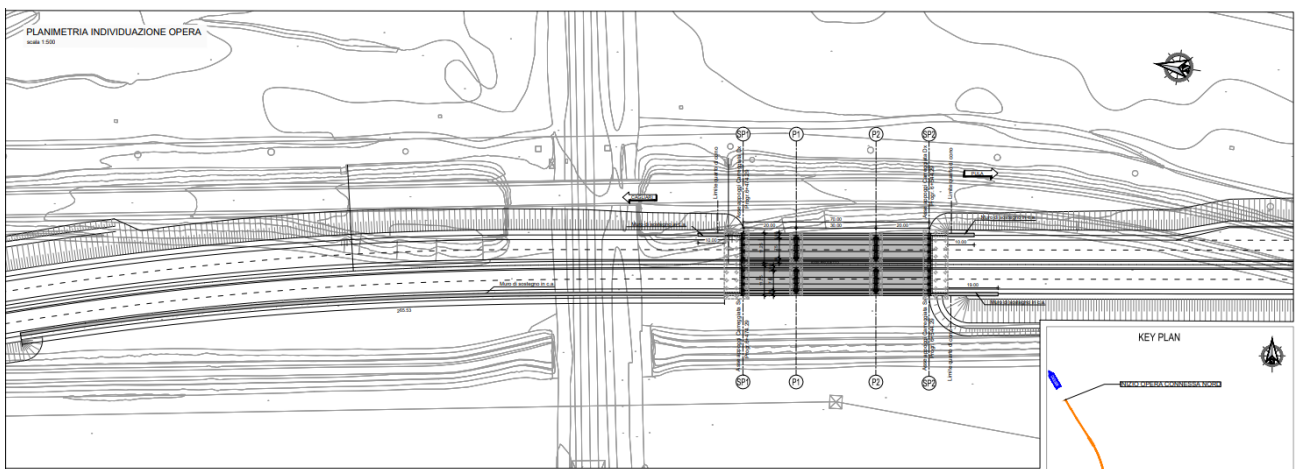


Figura 3.7: Vista in pianta

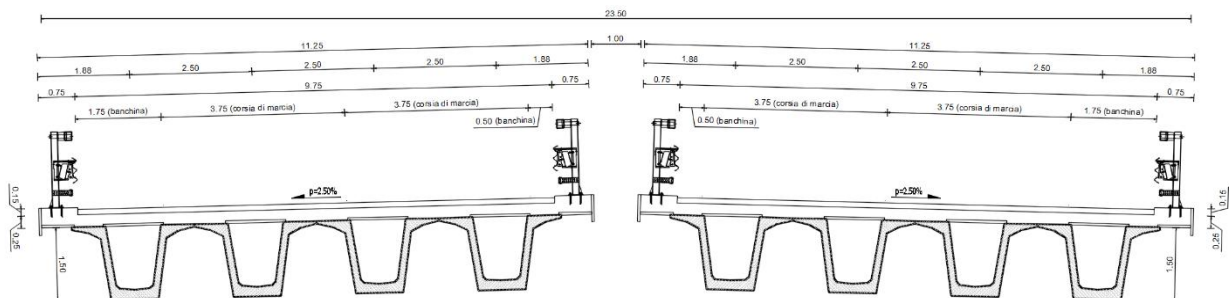


Figura 3.8: Sezione dell'impalcato

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Considerata l'ubicazione dell'opera e la relativa pericolosità sismica del sito, la struttura è concepita a base fissa prevedendo di impiegare apparecchi d'appoggio del tipo fissi e scorrevoli.

Le travi sono varate dal basso. Per la protezione del fascio tubiero in fase di realizzazione è previsto impiego di cassero metallico mobile.

Il sistema di varo prevede il sollevamento dal basso delle travi in c.a.p.

**3.2.2. PONTE SCAVALCO DEVIAZIONE CANALE EMBOI ALLA PROG. 7+814.00**

Il nuovo viadotto si sviluppa su un'unica campata con luce 50m in semplice appoggio e consente la deviazione di progetto del canale Imboi alla progressiva 7+814.

Tale luce di 50m si è resa necessaria dalla conformazione del territorio e dalla necessità di garantire un adeguato franco tra gli argini del canale e le sottostrutture (variabile min 6m – max 8m)) e tra il livello della piena due centennale e l'intradosso impalcato (2.4m). L'opera, a singola campata, è composta da due impalcati a struttura mista acc-cls indipendenti ognuno di larghezza complessiva di 11.25m.

A causa della notevole inclinazione tra l'asse stradale e l'ostacolo scavalcato (canale Imboi) il ponte ha una notevole obliquità. L'opera è ubicata su una porzione del tracciato sostanzialmente in rettilineo e con pendenza longitudinale pari a circa 1%.

Le sezioni della carreggiata sono riportate nelle figure seguenti:

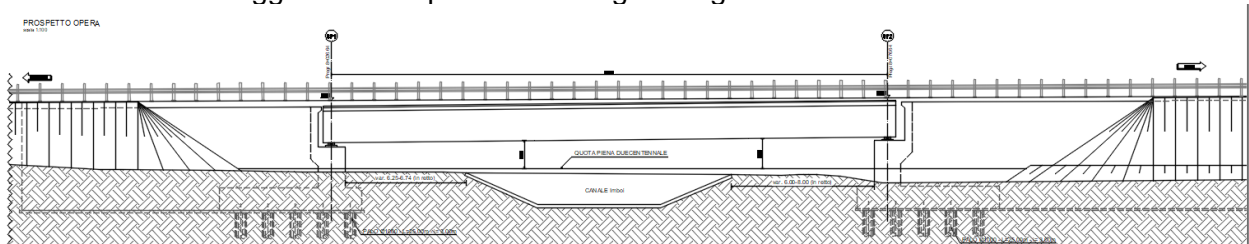


Figura 3.9: Prospetto dell'opera

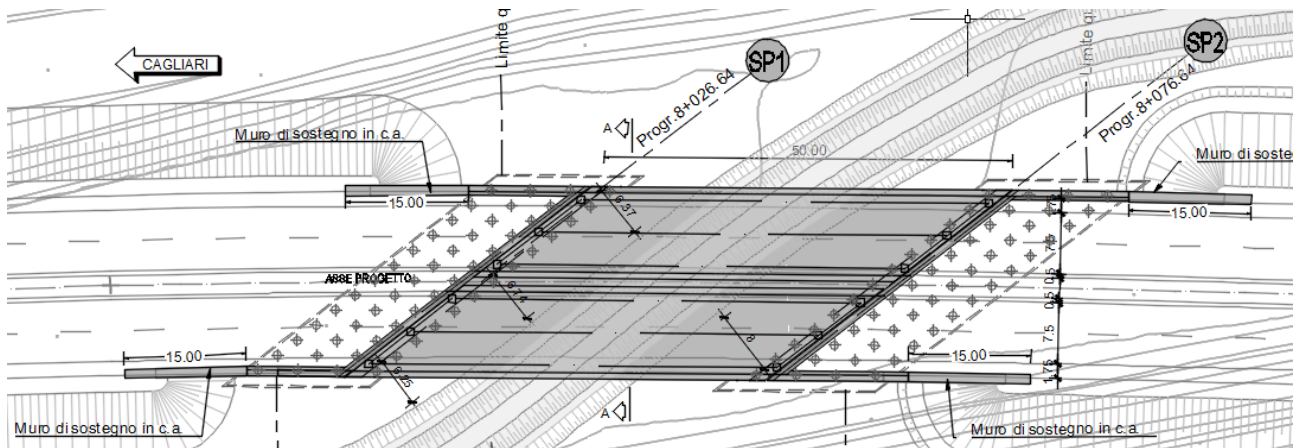


Figura 3.10: Vista in pianta

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

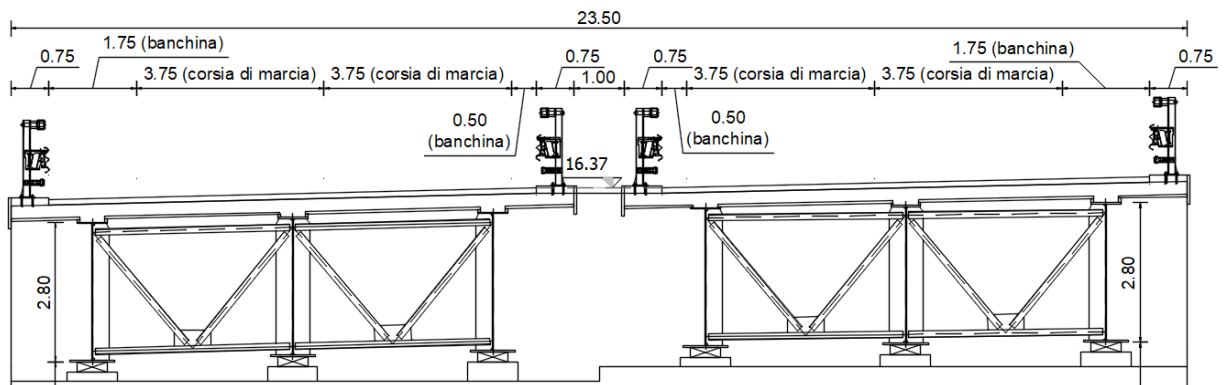


Figura 3.11: Sezione dell'impalcato

Anche per questa opera la scelta progettuale è ricaduta su un impalcato a base fissa con sistema di vincolo è realizzato mediante l'impiego di appoggi a disco elastomerico confinato di tipo fisso e scorrevoli.

Le spalle sono in calcestruzzo armato su fondazione indiretta (platea su pali).

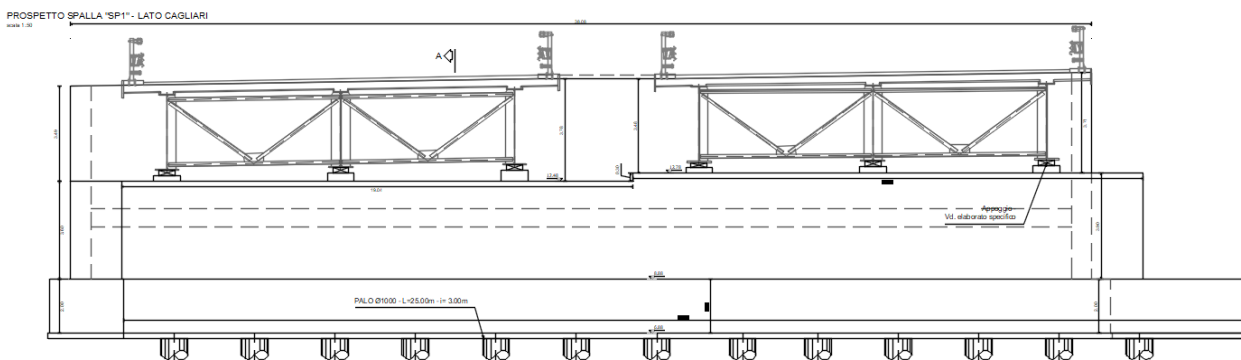


Figura 3.12: Prospetto spalla lato Cagliari

La travata è varata dal basso previo assemblaggio a piè d'opera dei conchi di travata.

### 3.2.3. CAVALCAVIA ASSE PRINCIPALE SVINCOLO CAPOTERRA – CASIC

L'opera si sviluppa su in un'unica campata di luce 40m ed è ubicata su una porzione del tracciato sostanzialmente in rettilineo e con pendenza longitudinale compresa tra 0.5 e 4%.

L'impalcato di larghezza di 10.5m complessivi a travata semplicemente appoggiata, è realizzata in sistema misto acciaio-calcestruzzo.

L'opera che viene realizzata in sede al cavalcavia esistente, consente lo scavalco del sottostante asse principale garantendo un franco minimo > 6.00m

L'opera fa di fatto parte di un insieme di 3 opere consecutive di svincolo e scavalco della sottostante viabilità e del canale Imboi.

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

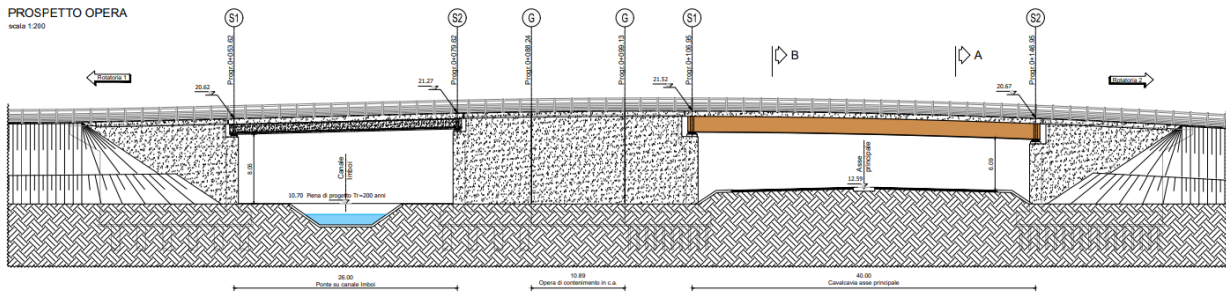


Figura 3.13 Prospetto dell'opera

PIANTA OPERA  
scala 1:500

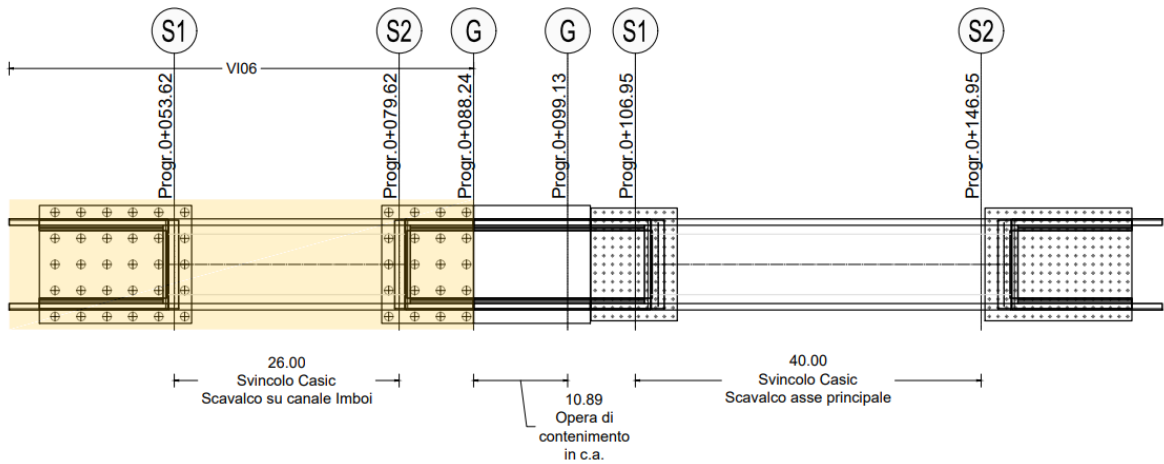


Figura 3.14: Pianta opera

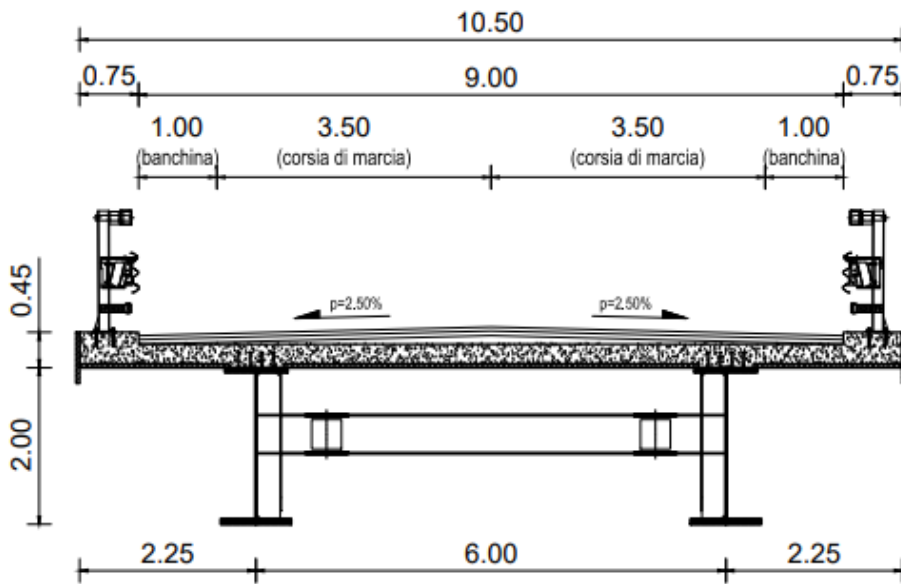


Figura 3.15 Sezione trasversale dell'impalcato

PROGETTAZIONE ATI:



L'impalcato a base fissa è vincolato mediante impiego di appoggi del tipo fisso e scorrevole. Si prevede di realizzare due spalle in calcestruzzo armato composte da un muro frontale, due muri andatori e un muro paraghiaia. Considerata l'interferenza con le sottostrutture esistenti, le spalle saranno fondate su platee e plinti su micropali

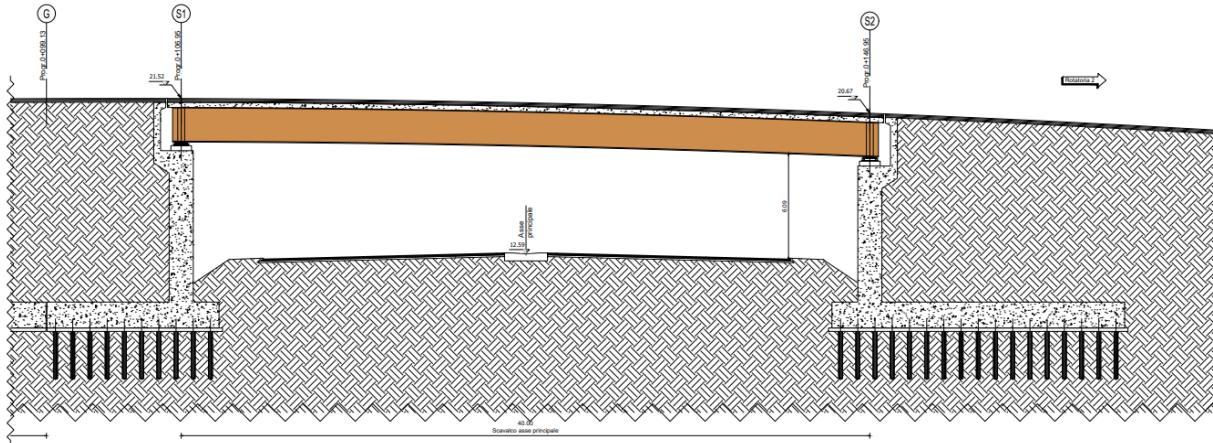


Figura 3.16 Sezione longitudinale

La travata è varata dal basso previo assemblaggio a piè d'opera dei conchi di travata.

### 3.2.4. PONTE SU CANALE IMBOI SVINCOLO CAPOTERRA – CASIC

Il nuovo ponte fa parte delle tre opere dello svincolo Casic - Capoterra e consente di scavalcare con ampio margine rispetto alla piena duecentennale il sottostante canale Imboi.

L'opera è composta da un unico impalcato di larghezza pari a 10.50m e luce totale di 26m e struttura in semplice appoggio con travi in c.a.p.

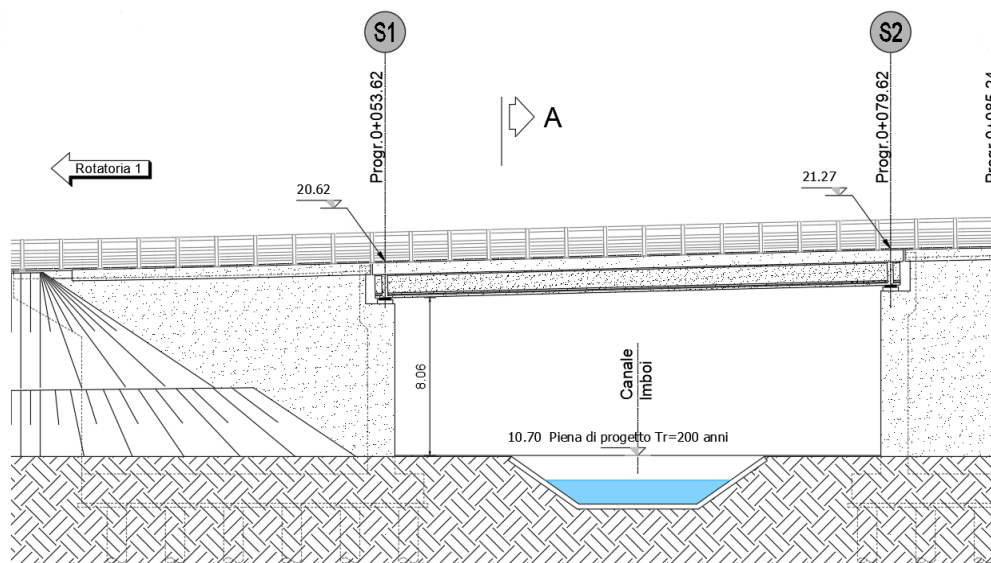


Figura 3.17: Prospetto dell'opera

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

PIANTA OPERA

scala 1:500

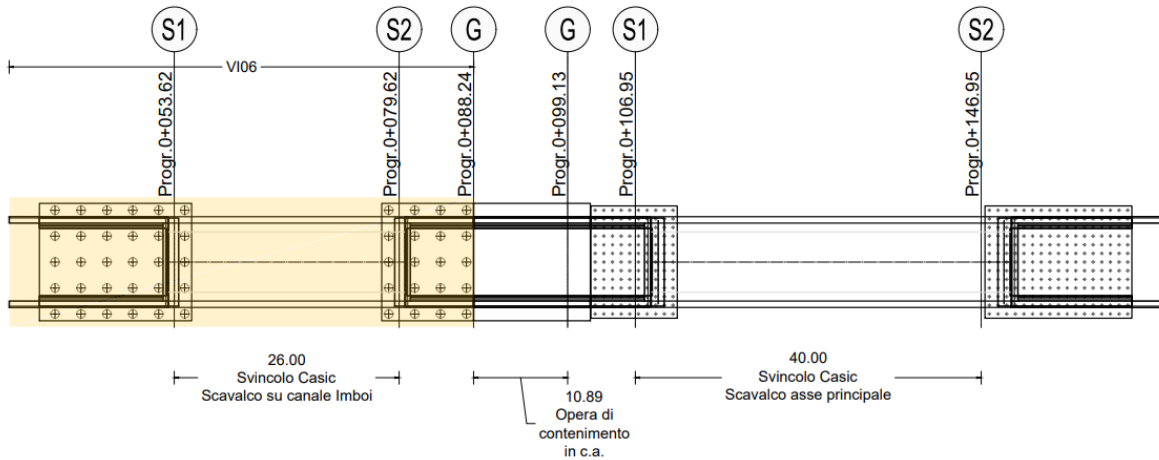


Figura 3.18: Pianta opera

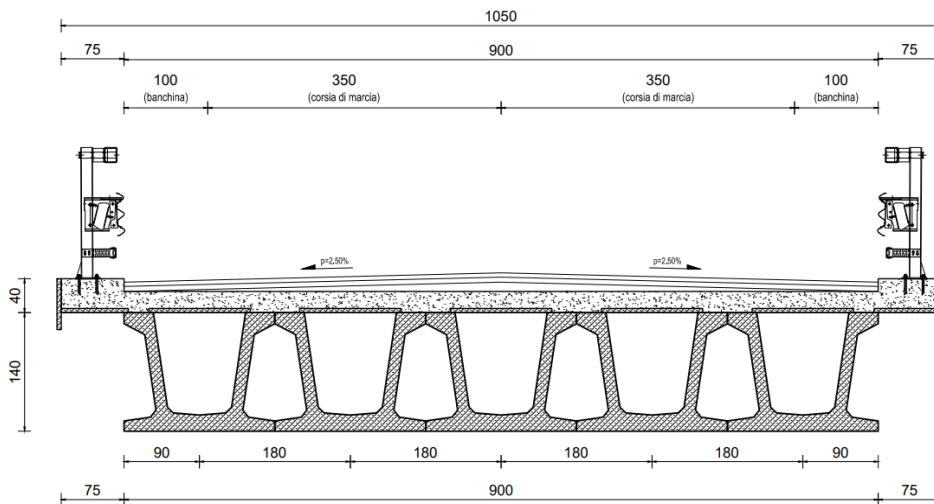


Figura 3.19: Sezione dell'impalcato

L'impalcato a base fissa è vincolato alle sottostrutture mediante impiego di apparecchi d'appoggio del tipo fissi e scorrevoli.

Le due spalle sono della tipologia di muro a mensola in c.a. con fondazioni indirette platea su pali.

Lo schema di varo delle travi in c.a.p. prevede sollevamento dal basso.

### 3.2.5. PONTE SU CANALE IMBOI SVINCOLO CAPOTERRA - CASIC RAMO A

Si tratta di un'opera relativamente semplice che nasce dall'esigenza di scavalcare con franco idraulico minimo > 1.29m, il sottostante canale Imboi.

L'opera presenta un'unica campata in semplice appoggio con impalcato in c.a.p. avente luce pari a 25.6 m. ed è composta da un'unica carreggiata su un impalcato di larghezza complessiva di 7.50m.

Le spalle sono in c.a su fondazioni indirette platea su pali. Planimetricamente l'opera presenta sviluppo curvilineo.

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

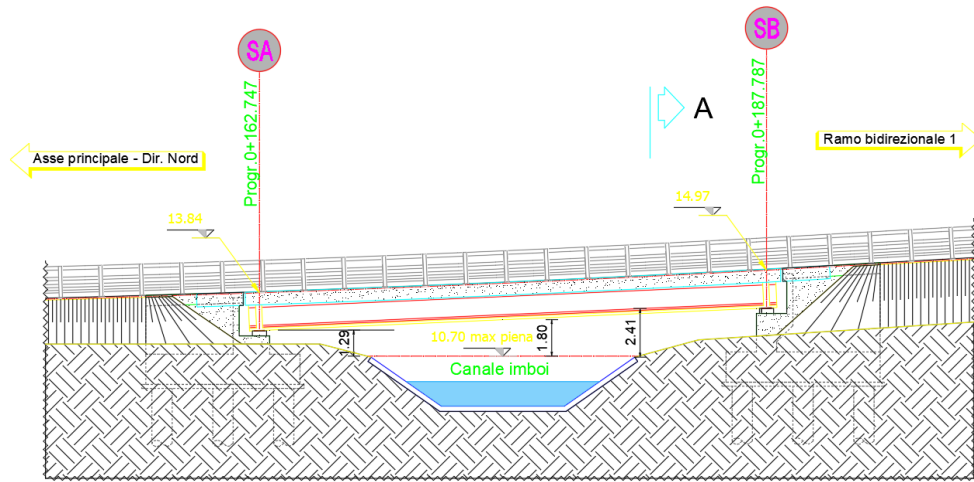


Figura 3.20: Prospetto dell'opera

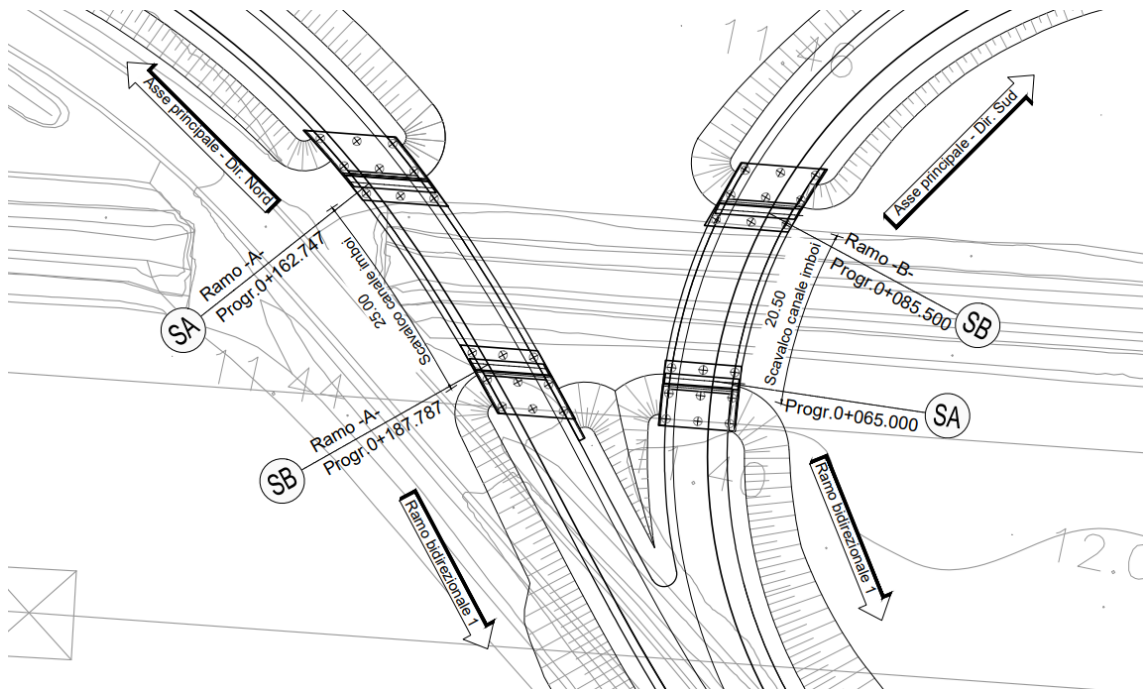


Figura 3.21: Ubicazione planimetrica opere

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

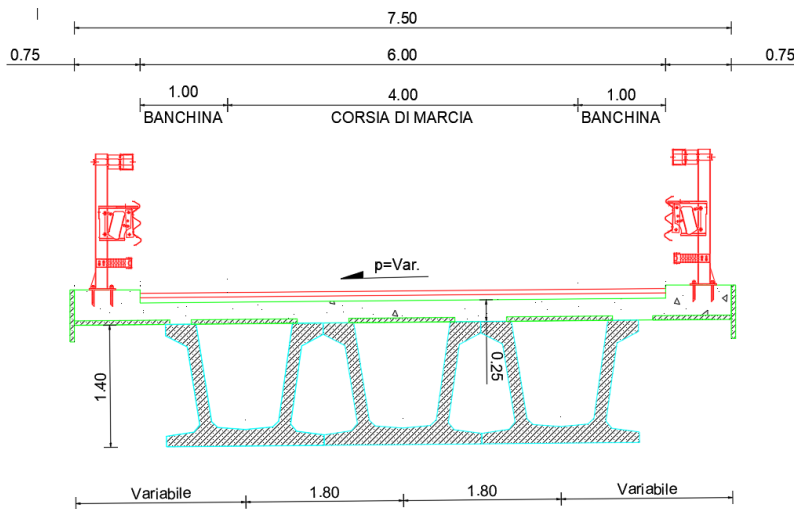


Figura 3.22: Sezione dell'impalcato

L'impalcato a base fissa è vincolato alle sottostrutture mediante impiego di apparecchi d'appoggio del tipo fissi e scorrevoli.  
Lo schema di varo delle travi in c.a.p. prevede sollevamento dal basso.

**3.2.6. PONTE SU CANALE IMBOI SVINCOLO CAPOTERRA - CASIC RAMO B**

L'opera consente lo scavalco del sottostante canale Imboi con adeguato franco idraulico in corrispondenza dello svincolo Casic- Capoterra. Presenta sviluppo planimetrico curvilineo e un'unica campata con impalcato in c.a.p. avente luce pari a 20.6 m.  
L'opera è composta da un'unica carreggiata su un impalcato di larghezza pari a 8.80m complessivi, Le due spalle sono della tipologia di muro a mensola in c.a su fondazioni indirette platea su pali.

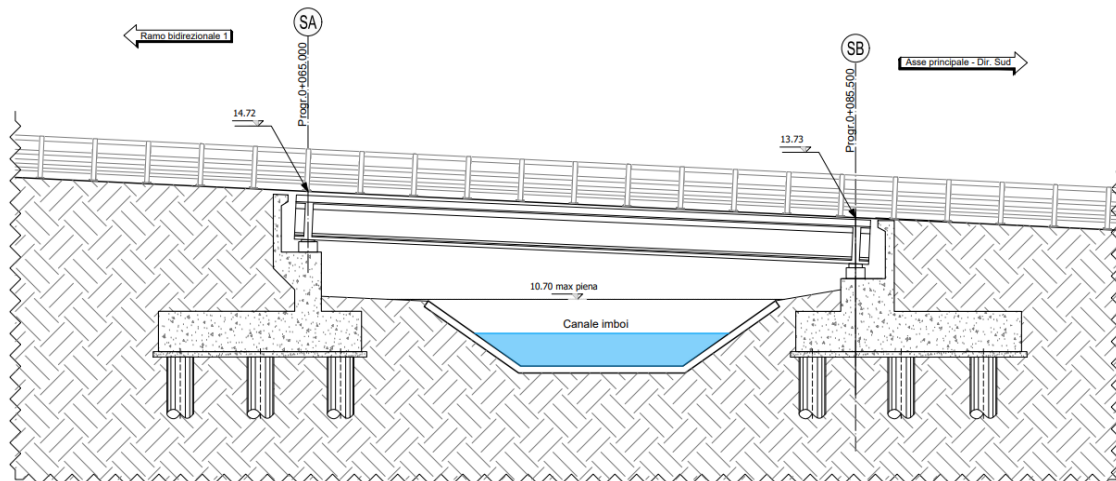


Figura 3.23: Prospetto dell'opera

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

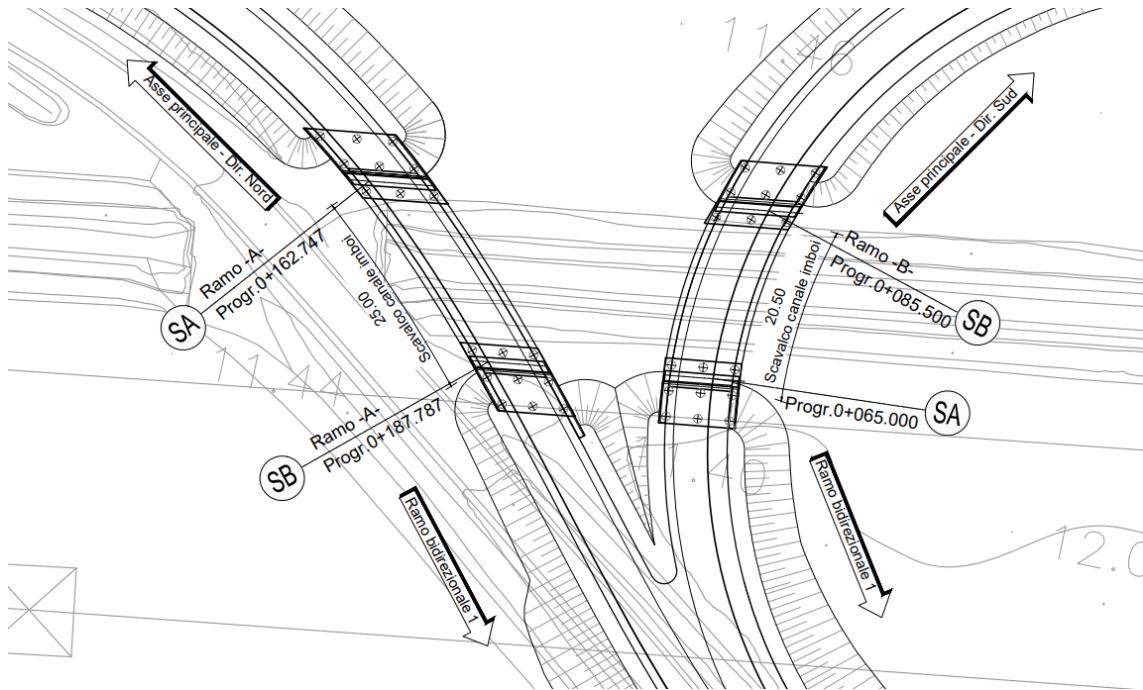


Figura 3.24: Ubicazione planimetrica opere

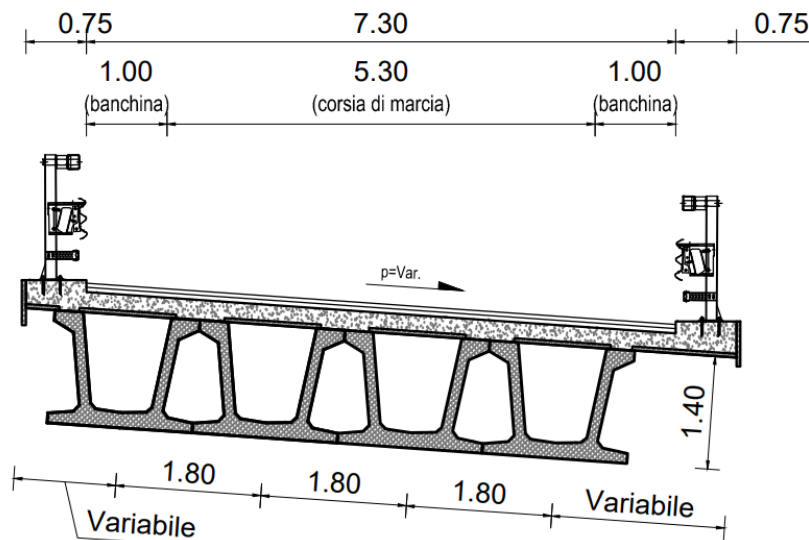


Figura 3.25: Sezione dell'impalcato

L'impalcato a base fissa è vincolato alle sottostrutture mediante impiego di apparecchi d'appoggio del tipo fissi e scorrevoli.

Lo schema di varo delle travi in c.a.p. prevede sollevamento dal basso.

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.3. SOTTOPASSI

#### 3.3.1. SOTTOPASSO SCATOLARE STRADA DI ACCESSO ALLA DORSALE CASIC ALLA PROG. 9+205.00

Il sottovia prevede un'unica struttura scatolare in c.a. sghemba, di larghezza compresa tra i (16.20-16.33m), lunghezza di (28.50-28.75m) ed un'altezza complessiva pari a 8.50 m. Sia internamente che superiormente la struttura è soggetta all'azione del traffico veicolare e nello specifico internamente è attraversato dalla strada di accesso alla dorsale Casic e superiormente dalla viabilità dell'asse principale.

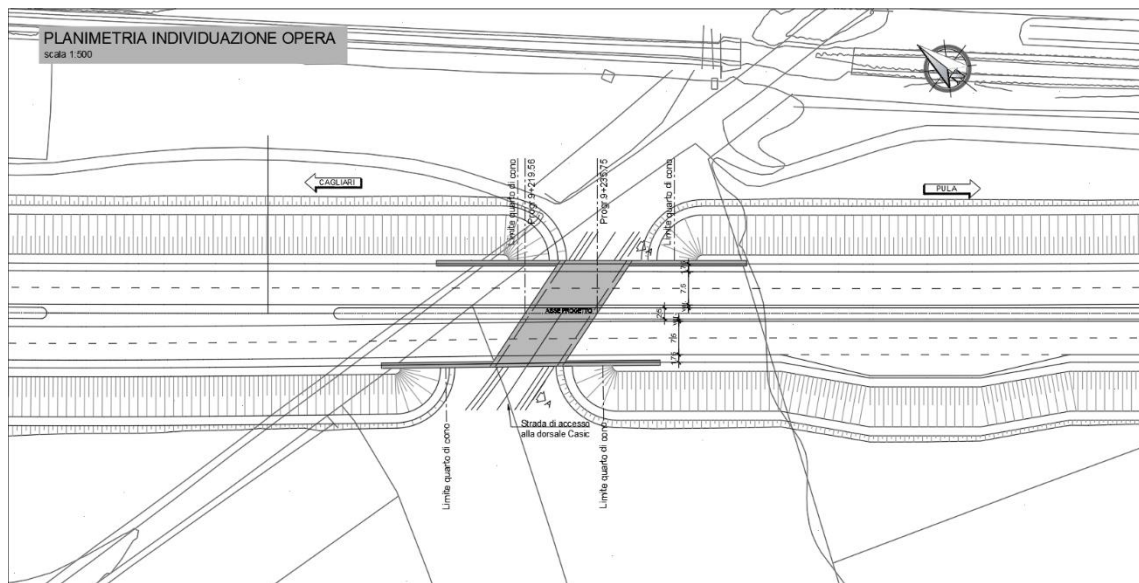


Figura 3.26 inquadramento planimetrico

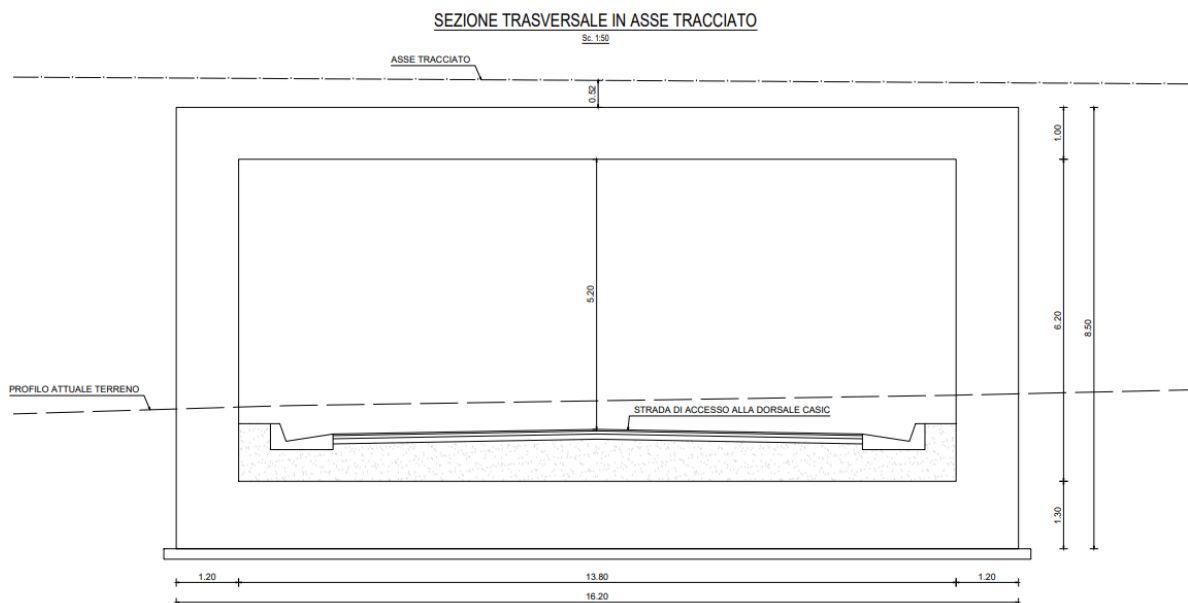


Figura 3.27 Sezione tipo scatolare

Completano l'opera muri di imbocco in c.a. in destra e sinistra per entrambe le carreggiate.

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico sfruttando un'area avente una estensione utile pari a circa 11.500 mq già di proprietà di Anas, posta ad inizio intervento, tra le prog. 9+750 e 10+125, in sx tracciato.

È possibile sfruttare l'area in oggetto per l'installazione di n. 1035 pannelli fotovoltaici aventi potenza unitaria pari a  $P=510$  Wp, disposti su file separate, al fine di raggiungere una potenza totale dell'impianto pari a  $P_{tot}=527,85$  kWp.

L'impianto fotovoltaico in oggetto consente una produzione di energia su base annua da fonte rinnovabile pari a  $E=804.649,13$  kWh/anno, come riportato nell'allego di calcolo seguente.

##### Summary

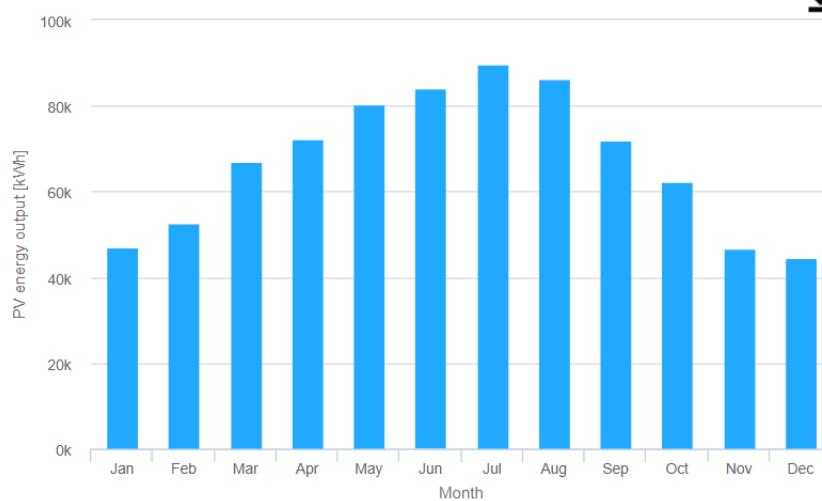
###### Provided inputs:

Location [Lat/Lon]:	39.153,9.011
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	527.85
System loss [%]:	14

###### Simulation outputs:

Slope angle [°]:	30
Azimuth angle [°]:	0
Yearly PV energy production [kWh]:	804649.13
Yearly in-plane irradiation [kWh/m <sup>2</sup> ]:	1952.93
Year-to-year variability [kWh]:	20887.73
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.7
Spectral effects [%]:	0.9
Temperature and low irradiance [%]:	-7.54
Total loss [%]:	-21.94

Monthly energy output from fix-angle PV system



PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

L'impianto fotovoltaico sarà collegato alla rete del distributore di energia elettrica mediante una connessione in media tensione.

Il campo fotovoltaico sarà sorvegliato da un sistema di videosorveglianza e verrà illuminato nelle opere notturne mediante proiettori a Led installati su palo.

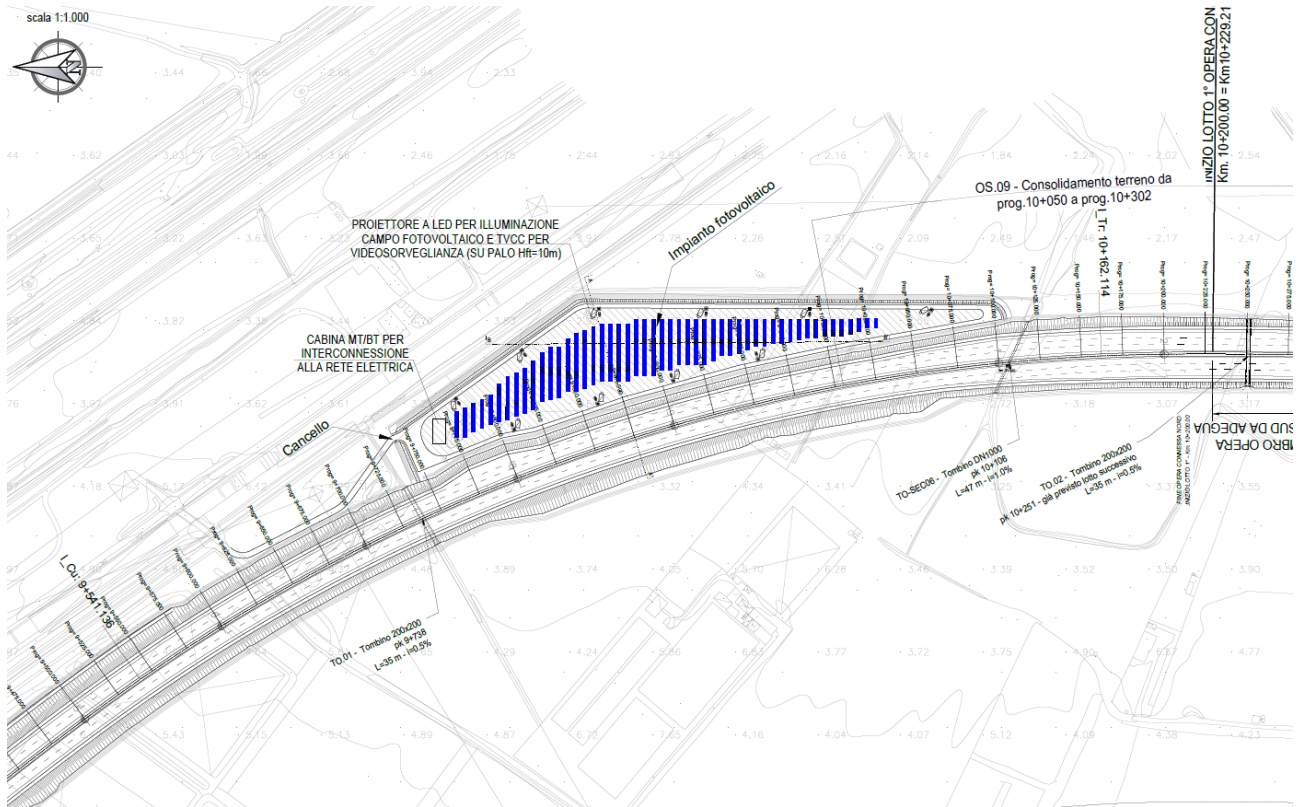


Figura 4.1: Ubicazione impianto fotovoltaico

PROGETTAZIONE ATI:



## 5. CANTIERIZZAZIONE E BILANCIO TERRE

### 5.1. CANTIERIZZAZIONE

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- utilizzare aree di scarso valore sia dal punto di vista ambientale che antropico;
- necessità di limitare al minimo indispensabile gli spostamenti di materiale sulla viabilità locale e quindi preferenza per aree vicine alle aree di lavoro ed agli assi viari principali.

L'analisi è stata condotta censendo tutti i vincoli (ambientali, di tutela paesaggistica e storico-testimoniale) presenti sul territorio e considerando anche le proprietà agricole presenti lungo il tracciato provvedendo ad ubicare i cantieri nelle aree che presentano il minor grado di sensibilità ambientale e paesaggistica, compatibilmente con le esigenze realizzative delle opere.

La localizzazione delle aree di cantiere e della viabilità di accesso alle stesse è illustrata nelle planimetrie di cantierizzazione:

- *T00IA50AMBCT02\_ACANTIERIZZAZIONE: UBICAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE E VIABILITÀ DI SERVIZIO - Tav. 1*
- *T00IA50AMBCT03\_ACANTIERIZZAZIONE: UBICAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE E VIABILITÀ DI SERVIZIO - Tav. 2*
- *T00IA51AMBSC01\_A SCHEDE DI CANTIERE - tav 1 di 2*
- *T00IA51AMBSC02\_A SCHEDE DI CANTIERE - tav 2 di 2*

In linea generale l'idoneità di un'area di cantiere (campo base, area tecnica e area di stoccaggio) dipende dai seguenti fattori:

- adiacenza all'area dei lavori (posizionamento lungo il tracciato);
- limitata interferenza con aree boscate o con ambiti naturalistici significativi;
- limitata interferenza con aree agricole di pregio (vigneti per il progetto in esame) sicurezza dell'area dal punto di vista geomorfologico (area non soggetta a dissesti e movimenti franosi);
- sicurezza dell'area dal punto di vista idraulico (area non soggetta a esondazione);
- limitata presenza di edifici nel territorio circostante, in particolare di ricettori sensibili;
- minimizzazione dell'impatto ambientale per tutte le attività previste in cantiere nonché per la movimentazione dei mezzi pesanti;
- dimensioni areali sufficientemente vaste;
- prossimità a vie di comunicazioni importanti e/o con sedi stradali adeguate al transito pesante;
- preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitare il più possibile la realizzazione di nuova viabilità di servizio;
- buona disponibilità idrica ed energetica;
- adiacenza alle opere da realizzare;
- morfologia (evitando, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto);
- esclusione di aree di rilevante interesse ambientale;
- vicinanza ai siti di approvvigionamento di inerti e di smaltimento dei materiali di scavo;

Per lo sviluppo delle attività sono state individuate le seguenti tipologie di aree di cantiere:

- Campo Base;
- Aree tecniche;
- Aree di Stoccaggio.

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Nello specifico, per la realizzazione del progetto, sono state previste le seguenti aree di cantiere distribuite lungo il tracciato in modo organico:

- un Cantiere Base a servizio dell'intero intervento posizionato in modo baricentrico al tracciato (identificati con sigla CB);
- cinque Cantieri Operativi in prossimità delle opere d'arte da realizzare (identificati con sigla CO);
- un'area di Stoccaggio (identificata con sigla AS).

I dati principali delle singole aree sono sintetizzati nella tabella seguente:

Codice	Tipologia	Area (mq)
CB01	Cantiere Base	31.480
CO01	Cantiere Operativo (Attraversamento fascio tubiero)	30.783
CO02	Cantiere Operativo (Sottopasso Dorsale CASIC)	8.974
CO03	Cantiere Operativo (Deviazione Fosso IMBOI)	10.185
CO04	Cantiere Operativo (Svincolo Capoterra – CASIC)	10.813 +10.501
CO05	Cantiere Operativo (Scavalco fascio tubiero)	9.298
AS01	Area di Stoccaggio	27.337

Il Cantiere Base e l'adiacente Area di Stoccaggio AS01 mantengono la loro ubicazione per tutta la durata dei lavori, i Cantieri Operativi e l'altra Area di stoccaggio, possono essere dismesse appena vengono completate le opere di pertinenza o appena si alloca il materiale stoccato (nel paragrafo successivo si riportano le caratteristiche delle singole aree).

Per la realizzazione dell'intervento, la tempistica legata all'esecuzione dei lavori prevede una durata complessiva di 840 giorni naturali e consecutivi, ovvero circa 32 mesi, suddivisi in una fase propedeutica e tre macro-fasi lavorative. E' opportuno specificare che nel calcolo della durata delle attività, definita con riferimento ad una produttività di progetto ritenuta necessaria per la realizzazione dell'opera, si è tenuto conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale, nonché della chiusura dei cantieri per festività o ferie collettive degli addetti ai lavori.

Prima della esecuzione dei lavori è prevista una fase relativa alle Attività propedeutiche così costituita:

- Fase propedeutica – durata di 330 giorni, di cui:
  - 120 giorni per Espropri ed Bonifica ordigni bellici (prima della consegna Lavori);
  - 240 giorni per la risoluzione delle interferenze (parzialmente in parallelo all'Esecuzione dei lavori).

I Lavori avranno la seguente cadenza temporale:

- Allestimento Cantieri Base- durata di 30 giorni (1 mese);
- FASE 1 - durata di 400 giorni (circa 13 mesi);
- FASE 2 – durata di 285 giorni (circa 10 mesi);
- FASE 3 – durata di 120 giorni (circa 4 mesi).

In estrema sintesi le tre fasi prevedono le seguenti attività:

*Fase 1:*

- Realizzazione parziale dell'asse Principale AP.01 e AP.02 fino alla progr.7+150,00

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

- Demolizione rampa svincolo Capoterra esistente verso Est
- Realizzazione opera PT.01 - Ponte Scavalco Fascia Tubiera - da progr. 6+475,00 a progr. 6+545,00
- Realizzazione opera PT.03 - Cavalcavia Svincolo CAPOTERRA – CASIC
- Realizzazione opera PT.04 - Ponte Scavalco Canale IMBOI svincolo SV01 - Ramo A
- Realizzazione opera PT.05 - Ponte Scavalco Canale IMBOI svincolo SV01 - Ramo B
- Realizzazione VS.01 - Strada Consortile
- Realizzazione della deviazione IN.02 - Canale Emboi
- Realizzazione opera GA.01 - Galleria Artificiale attraversamento fascia Tubiera - da progr. 8+336,00 a progr. 8+ 541,00
- Realizzazione VS.02 - Deviazione Strada Accesso dorsale Casic lato Ovest
- Realizzazione opera ST.01 - Sottovia deviazione strada di accesso dorsale CASIC
- Consolidamento del terreno OS.09 con Jet grouting da progr.10+050 a prog.10+302
- Realizzazione rilevato di precarico tratto OS.10 (fine lotto)
- Preparazione deviazione stradale VS.05 - Ricucitura viabilità ovest - su cui verrà trasferito il traffico dell'asse principale nella fase successiva, con allargamento della piattaforma stradale a 6,50 m.

Il traffico non subirà deviazioni, in quanto rimarrà percorribile l'attuale SS195.

Nella seconda fase verrà chiuso il traffico sull'attuale sede SS195. Attraverso questa chiusura sarà possibile eseguire le lavorazioni che interferiscono con il traffico in esercizio, il quale verrà deviato lungo le strade secondarie, SP 1 e strade comunali a servizi dell'agglomerato industriale, con una velocità massima consentita di 50 km/h.

*Fase 2:*

- Realizzazione AP.05 - Rammaglio NORD - e svincolo esistente
- Completamento dell'asse Principale AP.01
- Inizio della realizzazione dell' AP.03 - Asse Principale - da progr. 8+075,00 a progr. 8+336,0 e dell' AP.04 - Asse Principale - da progr. 8+541,00 a progr. 10+302,00
- Completamento dello svincolo SV.02 Capoterra Est- Casic
- Realizzazione dello svincolo SV.01 Capoterra Ovest Casic
- Realizzazione opera PT.06- Ponte Scavalco Canale IMBOI svincolo SV01- Asse Cavalcavia
- Completamento della VS.01 strada Consortile

In questa fase si prevede la chiusura del traffico sulla sede attuale della SS195. Il traffico verrà deviato su strade secondarie, sulla SP 1 e strade comunali a servizi dell'agglomerato industriale, con una velocità massima consentita di 50 km/h.

Nella terza fase verrà ultimato l'asse principale, verranno realizzate le opere di finitura non eseguite nelle due fasi precedenti (stesa usura, segnaletica, posa barriere di sicurezza ecc.) e completate le opere di mitigazione e dismesse le aree di cantiere.

*Fase 3:*

- Completamento dell'asse principale AP.02 [da km 6+545 a km 8+030], AP.03 [da km 8+075 a km 8+336] e AP.04 [da km 8+541 a km 10+302]
- Opere di finitura
- Completamento delle opere di mitigazione ambientale
- Dismissione delle aree di cantiere e ripristino stato dei luoghi

In questa fase si prevede l'apertura al traffico della strada consortile VS.01, dello svincolo SV.02 Capoterra Est- Casic e dello svincolo SV.01 Capoterra Ovest- Casic.

Alla fine dei lavori è prevista una ulteriore fase di dismissione dei cantieri e di ripristino stato dei luoghi della durata di 30 giorni

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Si evidenzia che il Monitoraggio Ambientale in corso d'opera sarà realizzato in parallelo alla esecuzione dei lavori, e avrà quindi una durata di 840 giorni (circa 32 mesi).

### 5.1.1. LE AREE DI CANTIERE

Presso le aree destinate ai siti di cantiere, nonché delle relative piste di accesso, sarà effettuata un'adeguata preparazione con le seguenti modalità:

- scotico del terreno vegetale, con relativa rimozione e accatastamento in siti idonei a ciò destinati (il terreno scotico dovrà essere conservato secondo modalità agronomiche specifiche);
- stesa di tessuto non tessuto (TNT);
- formazioni di piazzali con materiali inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico;
- delimitazione dell'area con idonea recinzione e cancelli di ingresso;
- predisposizione degli allacciamenti alle reti dei pubblici servizi;
- realizzazione delle reti di distribuzione interna al campo (energia elettrica, rete di terra e di difesa dalle scariche atmosferiche, impianto di illuminazione esterna, reti acqua potabile ed industriale, fognature, telefoni, gas, ecc.) e dei relativi impianti;
- costruzione dei basamenti per gli impianti ed i baraccamenti.

Al termine dei lavori, i prefabbricati e le installazioni verranno rimossi e si procederà al ripristino dei siti. La sistemazione degli stessi sarà concordata con gli enti interessati e comunque, in assenza di richieste specifiche, si provvederà al ripristino delle condizioni ante operam.

Di seguito si riporta la descrizione delle diverse aree di cantiere, delle specifiche funzionalità e dotazioni.

#### 5.1.1.1. Cantiere Base

L'area individuata per il cantiere principale "Cantiere Base" è tale da risultare funzionale sia in relazione alle fasi di lavoro sia per minimizzare gli effetti della cantierizzazione sulle zone circostanti. E' localizzato tra la fascia tubiera e la viabilità locale ed occupa una superficie di circa 31.480 mq, in un'area D1 di PRG - *GRANDI AREE INDUSTRIALI - AREE COMPRESSE NEL PIANO REGOLATORE CACIP.*

#### *Caratteristiche e dotazioni*

Il lay-out base del cantiere base prevede una serie di installazioni fisse ed attrezzature, ossia box-containers di tipo prefabbricato con pannellature sia in legno che metalliche componibili o, in alcuni casi, con struttura portante modulare (box singoli o accostabili), da adibire ad uffici per la Direzione Lavori, servizi igienico-sanitari e infermeria; tali basamenti, saranno costituiti da pareti impermeabili, adeguatamente areati, illuminati ed eventualmente riscaldati e/o condizionati, con un'installazione tale da evitare il ristagno di acqua sotto le basi. Nell'area adibita alle lavorazioni presente all'interno del cantiere base, sarà allestito un deposito attrezzi (box prefabbricati in lamiera metallica per il ricovero delle attrezzature di cantiere di piccole e medie dimensioni).

Gli edifici dovranno essere dotati di impianto antincendio, consistente in estintori a polvere e manichette complete di lancia, alloggiati in cassette metalliche con vetro a rompere. Nel caso in cui non vi sia la possibilità di allaccio alla rete fognaria pubblica per lo scarico delle acque nere, il Cantiere Base sarà dotato di impianto per il trattamento delle acque reflue nere. E' inoltre prevista la realizzazione di reti di raccolta delle acque meteoriche e di scolo per i piazzali e la viabilità interna. Inoltre, all'interno dell'area del cantiere principale si installeranno: cisterne per garantire il rifornimento carburante, serbatoi per rifornimento idrico, mini box per l'alloggiamento dei quadri elettrici.

Il cantiere verrà opportunamente recintato e la recinzione dell'area di cantiere e delle aree operative circostanti sarà costituita da elementi prefabbricati in c.a.v. sormontati da pannelli in lamiera metallica con caratteristiche di fono assorbenza e di altezza non inferiore ai 2,00 m. Inoltre, sarà dotata di

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

segnalazione luminosa notturna mediante lanterne rosse. Sugli accessi saranno esposti i cartelli di divieto, pericolo e prescrizioni, in conformità al D.Lgs. n. 81/08 e il cartello d'identificazione di cantiere, conforme alla circolare del ministero dei lavori pubblici n. 1729 del 01/06/1990.

All'interno del cantiere sono previste apposite aree per lo stoccaggio di materiale:

- Stoccaggio dei materiali inquinanti: Le sostanze inquinanti saranno depositate in sicurezza, in apposita area all'uopo allestita, in ottemperanza a quanto prescritto dalle norme ambientali statali e regionali e verranno impermeabilizzate in maniera tale da evitare contatti diretti con il suolo e da essere meno soggette a dilavamento dalle acque piovane.
- Stoccaggio dei materiali di cantiere: Le aree di stoccaggio dei materiali previste nell'organizzazione del cantiere saranno ben delimitate e segnalate, dotate di apposito spazio per il carico e lo scarico dei materiali stessi e garantendo allo stesso tempo apposito spazio di manovra dei mezzi di trasporto. Infatti, la collocazione dell'area di deposito sarà scelta in modo tale da non intralciare i movimenti ed il lavoro delle maestranze. Inoltre, i materiali e le attrezzature saranno sempre stoccati su superfici piane ed asciutte. Si avrà cura di non fare pile troppo alte e di disporre i materiali e le attrezzature in modo da evitare che possano cadere su chi li movimentava o vi passa vicino. Il materiale infiammabile ed esplosivo eventualmente presente sarà custodito in baraccamenti posti a distanza di sicurezza dalle altre attrezzature di cantiere e dotati di idonei mezzi di estinzione di incendi. La movimentazione manuale sarà prevista solo nelle modalità previste dal D.Lgs 81/08 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

All'interno del Cantiere Base sono previsti i seguenti apprestamenti:

- Mensa: la mensa sarà formata da elementi prefabbricati monoblocco per uso cucina e mensa, muniti di idonea attrezzatura, dotazioni di cucina (cottura, frigoriferi, stoviglie, ecc.) e arredi del refettorio. Saranno provvisti di allacciamento alla rete elettrica, alla rete idrica e alla fognatura.
- Dormitori, spogliatoi, locale ricovero/riposo e guardiania: questi locali saranno costituiti da elementi prefabbricati monoblocco.
- Servizi igienici, Per i servizi igienici sono stimate anche la manutenzione e la pulizia per garantirne la salubrità a tutela della salute dei lavoratori.
- Impianto di riscaldamento: Le baracche saranno poi munite di riscaldamento.
- Impianto di produzione di acqua calda sanitaria: Sarà installata una centrale di riscaldamento autonoma a gas liquido per produzione di acqua calda per l'intero cantiere.
- Impianto di terra, composto di tutti gli elementi necessari a realizzare la fondamentale protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64-8 VII Edizione) e cioè dispersori, collettore di terra, conduttori di protezione, nonché i collegamenti equipotenziali principali e supplementari;
- Impianto contro le scariche atmosferiche per le strutture metalliche dei baraccamenti in funzione della dimensione (impianti per i dormitori, per locale ricreativo/riposo, per l'infermeria e per la mensa) e delle opere provvisorie, i recipienti e gli apparecchi metallici di notevoli dimensioni situati all'aperto;
- Impianto di illuminazione di emergenza costituito da plafoniera di emergenza, costruita in materiale plastico autoestinguento, completa di tubo fluorescente, della batteria tampone, del pittogramma e degli accessori di fissaggio (stimato per i dormitori, per il locale ricreativo/riposo, per l'infermeria, in funzione della dimensione dei locali);
- Estintori, collocati in maniera tale che la distanza massima da percorrere per

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

- raggiungere il più vicino non superi i 20m;
- Segnaletica suddivisa tra: segnaletica di divieto (che vieta un comportamento che potrebbe far correre o causare un pericolo); segnaletica di avvertimento (che avverte di un rischio o pericolo); segnaletica di salvataggio (che fornisce indicazioni relative alle uscite di sicurezza e ai mezzi di soccorso e di salvataggio); segnaletica d'informazione (che fornisce indicazioni diverse da quelle specificate nelle tipologie precedenti);
  - Locale adibito ad infermeria;
  - Delimitazione dei percorsi pedonali nel cantiere in new jersey in plastica riempiti ad acqua o sabbia.

#### 5.1.1.2. Cantieri operativi

Lungo l'intervento sono previsti cinque Cantieri Operativi in prossimità delle opere d'arte da realizzare, rispettivamente:

- CO01 Cantiere Operativo: Attraversamento fascio tubiero;
- CO02 Cantiere Operativo: Sottopasso Dorsale CASIC;
- CO03 Cantiere Operativo: Deviazione Fosso IMBOI;
- CO04 Cantiere Operativo: Svincolo Capoterra – CASIC;
- CO05 Cantiere Operativo: Scavalco fascio tubiero.

Tutti i cantieri operativi rientrano in aree D1 di PRG - *GRANDI AREE INDUSTRIALI – AREE COMPRESSE NEL PIANO REGOLATORE CACIP*, tranne il CO02 che rientra in area E1 - *AREE CARATTERIZZATE DA UNA PRODUZIONE AGRICOLA TIPICA E SPECIALIZZATA*.

I Cantieri Operativi hanno gli impianti ed i servizi strettamente legati all'esecuzione della specifica opera o lavorazioni da eseguire nella zona di pertinenza.

Nei Cantieri Operativi sono previsti i seguenti apprestamenti:

- Fossa di raccolta e decantazione acque di lavorazione a tenuta compreso scavo volume indicativo 5 m<sup>3</sup>, per depurare le acque prima dello scarico;
- Bagno chimico portatile realizzato in materiale plastico antiurto, in numero di 2 per ciascuna area;
- Estintori collocati in maniera tale che la distanza massima da percorrere per raggiungere il più vicino non superi i 20m;
- Segnaletica suddivisa tra: segnaletica di divieto (che vieta un comportamento che potrebbe far correre o causare un pericolo); segnaletica di avvertimento (che avverte di un rischio o pericolo); segnaletica di salvataggio (che fornisce indicazioni relative alle uscite di sicurezza e ai mezzi di soccorso e di salvataggio); segnaletica d'informazione (che fornisce indicazioni diverse da quelle specificate nelle tipologie precedenti);
- Cassetta di pronto soccorso come da Dlgs 81/08 e smi, collocata in ciascuna baracca;
- Parapetti a protezione dalle cadute nel vuoto, per i bordi degli impalcati, i bordi delle demolizioni di impalcati, i casseri delle fondazioni, i bordi dei muri e le testate delle paratie);
- Motogeneratore elettrico di emergenza, per i fronti di scavo e le aree tecniche a servizio di demolizioni e realizzazioni di viadotti;
- Stazione automatica di lavaggio ruote, in corrispondenza dei punti di immissione dei mezzi sulla viabilità pubblica (dalle aree industriali e tecniche).

### 5.1.1.3. Aree di stoccaggio

Lungo l'intervento è prevista un'area di stoccaggio terre, ubicata in corrispondenza del cantiere base presso un'area pianeggiante. Tale area rientra in aree D1 di PRG - *GRANDI AREE INDUSTRIALI – AREE COMPRESSE NEL PIANO REGOLATORE CACIP* e marginalmente interessa un'area *E2 - AREE DI PRIMARIA IMPORTANZA PER LA FUNZIONE AGRICOLO PRODUTTIVA*.

Presso queste aree è previsto:

- di accantonare i volumi di scavo, provenienti dalle attività, in attesa di essere reimpiegati ovvero allontanati dal cantiere;
- di stoccare materiale da costruzione in attesa della messa in opera (rilevati, misti granulari, collettori idraulici, tombini, etc);
- di accantonare i volumi di terreno vegetale, provenienti dalle attività di scotico e/o bonifica. Il terreno vegetale sarà comunque separato dallo stoccaggio del terreno di recupero, in quanto è destinato a ricostituire la coltre vegetale dei ripristini e dei rimodellamenti; ciò, allo scopo di non ridurne le proprietà vegetali di ricostituzione della vegetazione autoctona.

In condizioni climatiche particolari (forte vento), si dovrà far ricorso all'utilizzo di nebulizzatori per irrorare il materiale stoccato, al fine di non indurre dispersioni di polveri nell'ambiente.

Presso l'AS01 è prevista l'installazione di un impianto di frantumazione e vagliatura per la lavorazione degli inerti provenienti da scavo.

Nell'Area di Stoccaggio sono previsti i seguenti apprestamenti:

- Bagno chimico portatile realizzato in materiale plastico antiurto;
- Estintori collocati in maniera tale che la distanza massima da percorrere per raggiungere il più vicino non superi i 20;
- Segnaletica suddivisa tra: segnaletica di divieto (che vieta un comportamento che potrebbe far correre o causare un pericolo); segnaletica di avvertimento (che avverte di un rischio o pericolo); segnaletica di salvataggio (che fornisce indicazioni relative alle uscite di sicurezza e ai mezzi di soccorso e di salvataggio); segnaletica d'informazione (che fornisce indicazioni diverse da quelle specificate nelle tipologie precedenti);
- Cassetta di pronto soccorso.

## 5.2. BILANCIO TERRE

Il quadro riepilogativo delle terre e rocce di scavo e materiali necessari alla costruzione dell'opera in progetto viene di seguito riportato. Per il dettaglio della gestione delle terre si rimanda alla Relazione del Piano Utilizzo Terre (*elaborato T00CA00GEORE01\_A*).

### 5.2.1. VOLUMI DI SCAVO

Nella seguente tabella si riporta una sintesi dei volumi di scavo, distinti per le diverse lavorazioni:

Tabella 5-1 Stima dei volumi disponibili

Lavorazione	Volume geometrico (m <sup>3</sup> )	Coeff. volumetrico <i>k</i>	Volume smosso (m <sup>3</sup> )
Scotico	48.782	1,10	53.660
Gradonatura	13.276	1,10	14.604
Bonifica	70.717	1,20	84.860

PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

Scavo di sbancamento corpo stradale	3.654	1,20	4.385
Scavo di sbancamento opere d'arte maggiori (PT e GA)	37.000	1,20	44.400
Scavo di sbancamento opere d'arte minori	18.215	1,20	21.858
Scavo di sbancamento idraulica	12.907	1,20	15.489
Scavo di sbancamento inalveazione	41.112	1,20	49.335
Scavo per demolizione rilevati esistenti	77.138	1,20	92.566
Scavo perforazioni pali e/o micropali	13.075	1,20	15.690
<b>TOTALE</b>	<b>335.876</b>		<b>396.845</b>

### 5.2.2. FABBISOGNI

I fabbisogno di materiali e la sintesi del bilancio terre sono riassunti nella tabella seguente.

	Volume		
	Fabbisogno (m <sup>3</sup> )	Da scavi (m <sup>3</sup> )	Fornitura (m <sup>3</sup> )
<b>Terreno vegetale</b>			
Scarpate stradali	36.638	36.638	-
Sistemazioni ambientali	56.421	10.144	46.277
<b>Rilevato</b>			
Scotico e gradonatura	62.058	-	62.058
Bonifica	70.717	-	70.717
Rilevati	815.332	-	815.332
<b>Ritombamento</b>			
Opere d'arte minori	31.984	31.984	-
Opere d'arte maggiori	27.266	27.266	-
Inalveazioni	18.375	18.375	-
<b>TOTALE</b>	<b>1.101.508</b>	<b>107.125</b>	<b>948.106 (ril.) 46.277 (veg.)</b>

### 5.2.3. BILANCIO DELLE TERRE

In sintesi il materiale proveniente dagli scavi sarà riutilizzato in cantiere per un volume complessivo di 107.100 mc circa, costituito da 48.800 mc circa di terreno vegetale e 58.300 mc circa per riempimenti e ritombamenti.

Il volume di materiale da rilevato da fornire da cava autorizzata è pari a circa 948.1000 mc, da utilizzare per le operazioni di preparazione del piano di posa e per la formazione del rilevato stradale. Il volume complessivo da smaltire presso i siti idonei è pari a circa 228.750 mc, che corrisponde a 460.000 t.

Per i volumi di esubero si riporta nella tabella seguente il dettaglio.

Tabella 5-2 Volumi di esubero.

Volume
--------

PROGETTAZIONE ATI:



RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE ALTERNATIVE E DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

	Disponibile	Riutilizzato	Esubero
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
Terreno vegetale	48.782	48.782	-
Idoneo per rilevati	-	-	-
Idoneo per ritombamenti	196.881	58.343	138.538
Non idoneo	90.213	-	90.213
<b>TOTALE</b>	<b>335.876</b>	<b>107.125</b>	<b>228.751</b>

### 5.2.1. FORNITURE

I volumi di terre da fornire presso siti esterni per la realizzazione dell'opera sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 5-3 Tabella riassuntiva materiali da approvvigionare (terre).

	Volume	
	Fabbisogno	Fornitura
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
Terreno vegetale	95.059	46.277
Rilevati	948.106	948.106
Ritombamenti	58.343	--
<b>TOTALE</b>	<b>1.101.508</b>	<b>107.125</b>

PROGETTAZIONE ATI: