



**strada dei  
PARCHI**spa  
A24 autostrade A25

AUTOSTRADA A24  
ROMA - L'AQUILA - TERAMO  
TRATTA TORNIMPARTE - L'AQUILA OVEST

**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO  
AI SENSI DELLA LEGGE 228/2012  
ART.1 COMMA 183**

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO DEL  
VIADOTTO FORNACA

PROGETTO DEFINITIVO

PARTE GENERALE

INQUADRAMENTO

RELAZIONE GENERALE

COMMESSA	FASE	MACRO OPERA	AMBITO/OPERA	DISCIPLINA	TIPO	PROGR.	REV.	SCALA
250	D	000	EG000	GEN	RE	001	A	
Rev.	Data	Descrizione				Redatto	Verificato	Approvato
A	Dicembre 2017	Emissione				S. Ventura	G. Furlanetto	F. Presta

FILE: 250D000EG000GENRE001A.DWG

PROJECT MANAGER: Ing. Stefano Ventura

<p>PROGETTAZIONE:</p>  <p>IL DIRETTORE TECNICO (Ing. Francesco Presta)</p>	<p>IL PROGETTISTA (Ing. Guido Furlanetto)</p> 	<p>COMMITTENTE: LA SOCIETA' CONCESSONARIA</p>  <p>IL PROCURATORE SPECIALE (Ing. Gabriele Nati)</p>	
---	---	--	--



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, I SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI  
DIREZIONE GENERALE PER LA VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

# **AUTOSTRADA A24**

## **Tratta Tornimparte – L’Aquila Ovest**

### **Adeguamento sismico del viadotto Fornaca**

#### **RELAZIONE GENERALE**



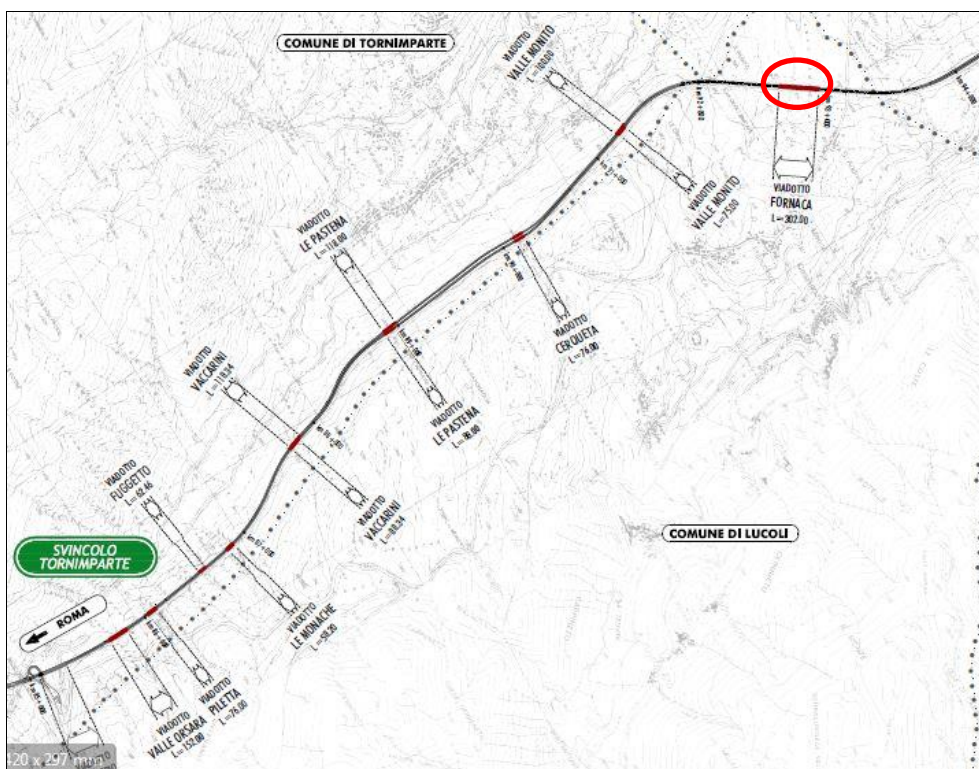
<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>EXECUTIVE SUMMARY</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>INQUADRAMENTO STRATEGICO</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>INQUADRAMENTO COMPLESSIVO DELLO STATO ATTUALE</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO E PROCESSO DECISIONALE</b>	<b>8</b>
<b>6.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE, INTERFERENZE E VINCOLI</b>	<b>13</b>
<b>7.</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b>	<b>16</b>
<b>8.</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI</b>	<b>17</b>
<b>9.</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE E OCCUPAZIONI</b>	<b>19</b>
<b>10.</b>	<b>INQUADRAMENTO E PREFATTIBILITA' AMBIENTALE</b>	<b>20</b>
<b>11.</b>	<b>PROGRAMMA TEMPORALE E FASI DI ESECUZIONE</b>	<b>20</b>
<b>12.</b>	<b>COSTI</b>	<b>21</b>
<b>13.</b>	<b>PROGRAMMA DEL PROCESSO</b>	<b>21</b>
<b>14.</b>	<b>ALLEGATO 1: DESCRIZIONE GRAFICA DEGLI INTERVENTI</b>	<b>22</b>
<b>15.</b>	<b>ALLEGATO 2: NOTA TECNICA SULLE SCELTE PROGETTUALI</b>	<b>24</b>

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra gli interventi inclusi nel Progetto Definitivo per l'adeguamento sismico del viadotto Fornaca compreso nella tratta Tornimparte – L'Aquila Ovest dell'autostrada A24 Roma – L'Aquila – Teramo, come da schema:

<i>nome opera:</i>	<i>inizio</i>	<i>fine</i>	<i>lunghezza</i>	<i>ID catasto</i>
	progr. Km	progr. Km	m	<b>autostradale</b>
Fornaca	92+417	92+719	302	VI074

L'intervento permetterà alle opere di sopportare le sollecitazioni sismiche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e si inserisce nel piano più generale di interventi di adeguamento delle autostrade A24 e A25 che prende le mosse dall'art.1 comma 183 della legge 228/2012. L'autostrada A24 è gestita dalla Società Strada dei Parchi Spa in regime di concessione da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

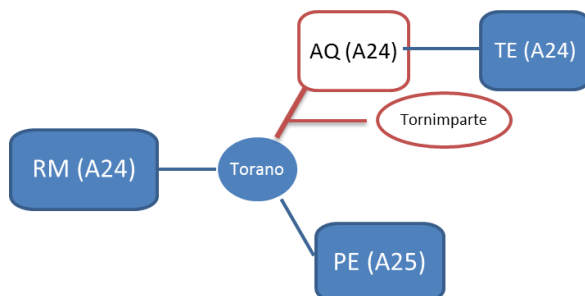


## 2. EXECUTIVE SUMMARY

L'iniziativa prevede l'adeguamento sismico di un viadotto in A24 lungo la tratta autostradale Tornimparte – L'Aquila Ovest, gestita dalla concessionaria Strada dei Parchi Spa. Il Progetto Definitivo redatto condivide gli obiettivi fissati dalla legge 228/2012, si allinea agli indirizzi definiti nello studio di fattibilità presentato nel Novembre 2016 al Ministero delle Infrastrutture e Trasporti e si incardina sugli studi di vulnerabilità redatti dalla Società Strada dei Parchi. L'adeguamento sismico sarà ottenuto mediante la sostituzione delle opere esistenti con nuove pile e nuovo impalcato, concepiti in modo tale da garantire una vita dell'opera di cento anni grazie all'impiego di soluzioni tecniche innovative e materiali con prestazioni estremamente avanzate. La durata dei lavori è contenuta in due anni e sarà sempre garantita la fruibilità dell'autostrada. L'intervento inoltre migliora la sicurezza stradale e ambientale oltre a quella strutturale e si integra con il paesaggio.

## 3. INQUADRAMENTO STRATEGICO

La tratta autostradale Tornimparte – L'Aquila Ovest, entro la quale ricade il viadotto oggetto del progetto definitivo, riveste particolare importanza in quanto costituisce la parte più ricca di opere nel ramo che congiunge L'Aquila con l'autostrada A25 e con il ramo della A24 diretto a Roma (svincolo direzionale di Torano); essa rappresenta inoltre il collegamento più efficace anche in termini di protezione civile per le aree fortemente colpite dai noti eventi sismici dell'Italia centrale.



Su tale ramo – per il quale non sono presenti itinerari alternativi per il rapido collegamento dell'area dell'Aquilano a Roma – la Società concessionaria ha già avviato numerosi interventi che si inseriscono nel quadro complessivo volto a finalizzare gli interventi di adeguamento richiamati nella citata legge 228/2012. In particolare sono stati già ultimati i lavori di adeguamento delle pile del viadotto S. Onofrio, sono in via di ultimazione gli interventi di messa in sicurezza urgente di tipo diffuso (interventi di prevenzione dello scalinamento degli impalcati), sono stati presentati i progetti di adeguamento sismico dei viadotti S. Onofrio e rampa di svincolo di Tornimparte (immediatamente prossimi al viadotto in esame) e sono in corso i progetti relativi alle altre opere principali ricadenti nella stessa tratta.

L'opera oggetto della presente progettazione è stata selezionata sulla base di uno studio preliminare promosso dalla Società Concessionaria volto a definire una scala di priorità di intervento sulla base della vulnerabilità di ogni opera compresa nella rete autostradale in concessione. Per valutare tale vulnerabilità tenendo conto dei numerosi fattori che influenzano il rischio sismico associato ad un viadotto autostradale è stato individuato un parametro sintetico denominato Tempo di intervento (Tint) che esprime in anni l'urgenza di esecuzione di interventi di adeguamento. Il valore di riferimento del Tint calcolato per il viadotto Fornaca, pari a 0,8 evidenzia la particolare urgenza di intervento (intervento "rosso", inferiore a



due anni).

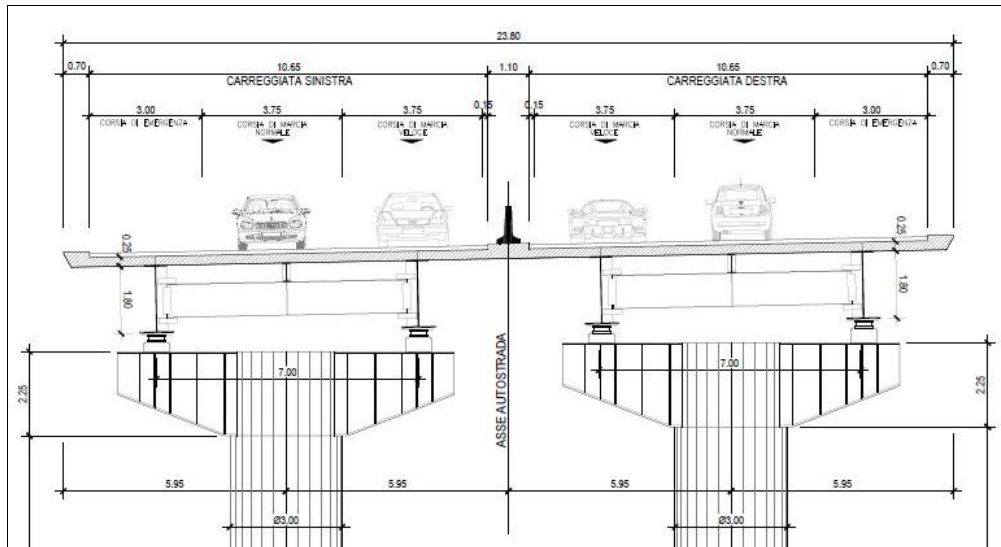
La strategia di adeguamento prescelta per la presente progettazione segue un approccio complessivo coerente e coordinato con le altre iniziative in corso concorrenti alle stesse finalità dichiarate in introduzione che mira a raggruppare tra loro le opere omogenee per modalità di intervento.

In linea generale l'adeguamento avverrà realizzando un nuovo impalcato e nuove pile in sostituzione delle strutture attuali (fig.1), adattando opportunamente le fondazioni e le spalle esistenti. Tale soluzione è stata prescelta tra le varie alternative possibili anche perché consente di ottenere alcuni benefici aggiuntivi oltre all'adeguamento sismico del tratto stradale, ovvero:

1. miglioramento di alcuni elementi della piattaforma stradale (incremento della larghezza della corsia di emergenza al valore di norma, miglioramento della pendenza trasversale portandola a valori minimi più prossimi a quelli di norma);
2. conseguimento il più possibile certo dell'allungamento della vita residua dell'opera;
3. maggiore rapidità di esecuzione tenuto conto dei forti limiti di spazio e di fasizzazione esecutiva e della necessità di operare in adiacenza al traffico;
4. migliore efficienza tecnico-economica complessiva dell'intervento;
5. salvaguardia e riduzione dell'impatto paesaggistico e ambientale dell'infrastruttura autostradale mediante la conservazione dell'organizzazione formale degli elementi costitutivi unita ad una particolare attenzione all'uso dei materiali.

Le analisi svolte in fase di progettazione si sono basate sull'approfondita conoscenza delle opere esistenti che scaturisce da un'ampia documentazione originale disponibile (gli archivi della Concessionaria hanno conservato i disegni e le relazioni di progetto, i disegni "as built" dell'epoca della costruzione e i collaudi), dai rapporti del servizio di sorveglianza sistematica svolto sulle opere nel corso degli anni e dalle prove sui materiali e sulle geometrie effettuate in campo.

La progettazione infine si allinea quanto già definito con lo studio di fattibilità presentato al concedente Ministero in termini di adeguamento complessivo dell'autostrada, riprendendone e dettagliandone gli elementi salienti (finalità, importo economico, tempi di esecuzione).



**Figura 1: sezione tipo di progetto - carreggiate adiacenti**

Per una più ampia descrizione grafica dello stato attuale e dello stato di progetto si veda l'allegato 1 alla presente relazione;

Per una più analitica descrizione delle scelte tecniche si veda l'allegato 2 alla presente relazione, che illustra l'inquadramento complessivo delle logiche progettuali che hanno guidato la concezione strutturale degli adeguamenti del complesso delle opere presenti nella tratta.

Per un approfondimento puntuale delle stesse tematiche si rinvia comunque agli elaborati di progetto.

## 4. INQUADRAMENTO COMPLESSIVO DELLO STATO ATTUALE

La tratta autostradale Tornimparte – L’Aquila Ovest, lunga circa 15 km è in costante discesa dal valico di Tornimparte (1100m slm) – progr. Km 85 circa - alla piana in cui sorge la città dell’Aquila (circa 700m slm) – progr. Km 100 circa e poggia sul fianco dei rilievi montuosi che delimitano a sud la valle del torrente Raio (fig.3). La sezione stradale è a mezza costa, con un tratto a carreggiate sfalsate di circa 4km. I 15 viadotti compresi nella tratta sono stati realizzati alla fine degli anni '60 e primi anni '70 e sono realizzati con impalcati a schema di semplice appoggio con travi in CAP (fig.4) o solettoni in CAO sostenuti da pile in cemento armato (fig. 5). Le fondazioni sono generalmente di tipo diretto nel tratto montano e di tipo indiretto a fondo valle. Il Fornaca ricade nella Regione Abruzzo, nella provincia dell’Aquila, nel Comune di Lucoli, in zone sismiche classificate a livello complessivo di prima e seconda categoria. Le cave e le discariche si trovano ad una distanza media di circa 20 km dal luogo dei lavori.



Figura 2: vista d'insieme del tracciato (verso Roma - svincolo di Tornimparte al centro della foto)



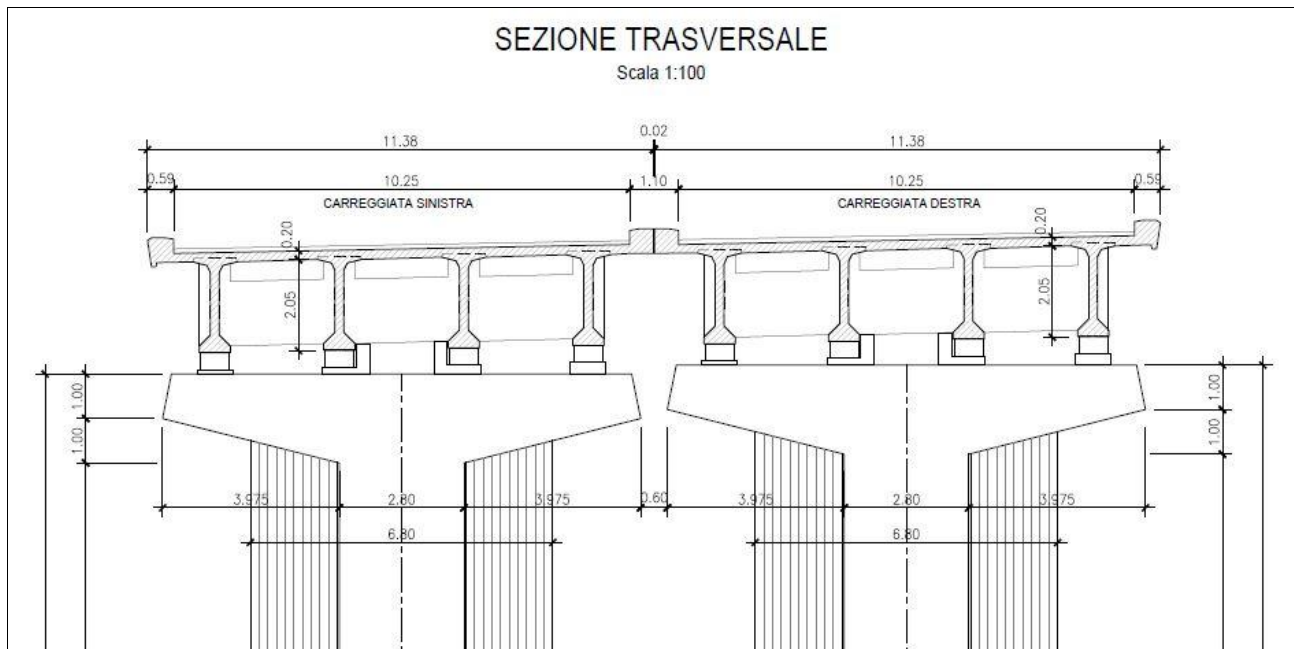


Figura 3: sezione tipologica dello stato attuale

## 5. APPROCCIO METODOLOGICO E PROCESSO DECISIONALE

L'obiettivo generale è stato tradotto nell'approccio metodologico di seguito illustrato:

1. Valutazioni sulla cantierizzazione e impatto sul traffico in rapporto al Tint del tratto considerato;
2. Verifica di coerenza con le impostazioni dello studio di fattibilità già presentato e con altre iniziative concorrenti;
3. Definizione degli input di progettazione;
4. Esame delle alternative tecnico-economiche e selezione degli scenari ottimali;
5. Definizione del layout di progetto condiviso con il committente e gestore dell'arteria in termini di cantierizzazione, tempi di esecuzione, iter approvativo.

Più in dettaglio:

### 1. Valutazioni sulla cantierizzazione e impatto sul traffico in rapporto al Tint del tratto considerato

I lavori saranno sempre eseguiti chiudendo una carreggiata e ponendo il doppio senso sulla carreggiata opposta. Ultimati i lavori su una carreggiata lo schema verrà invertito. Le lavorazioni di tutte le opere relative ad una stessa carreggiata dovranno quindi essere affrontate parallelamente perché venga ridotto al minimo il disagio al traffico che nel frattempo continua a fluire sulla carreggiata adiacente.

Inoltre, coordinando i lavori con i progetti di adeguamento già previsti per il viadotto S.Onofrio e altre iniziative in progetto nella stessa tratta, si può puntare a concentrare i disagi nello stesso periodo di tempo

minimizzando così gli aspetti negativi per il traffico mentre si massimizzano i vantaggi dal punto di vista della sicurezza sismica.

Per non creare un cantiere eccessivamente lungo si prevede l'utilizzo di bypass per scambio di carreggiate a monte e a valle del viadotto (bypass da realizzare al km 92+700).

## 2. Verifica di coerenza con le impostazioni dello studio di fattibilità già presentato e con altre iniziative concorrenti

L'importo complessivo viene mantenuto in linea da un punto di vista economico rispetto a quanto presentato al Ministero delle Infrastrutture con lo Studio di Fattibilità. Tale requisito ha portato ad effettuare scelte ingegneristiche che tengano conto anche del peso di una maggiore durabilità delle opere proiettata sulla vita attesa dell'intervento.

Lo studio di fattibilità, coerentemente con la legge 228/2012, prevede il trattamento delle acque di piattaforma con l'aggiunta di presidi nel caso di sversamenti accidentali di liquidi inquinanti. Il sistema di trattamento viene quindi previsto per ogni opera.

## 3. Definizione degli input di progettazione

La progettazione mira al miglior rapporto benefici / costi tenuto conto dei seguenti input stabiliti dal gestore dell'autostrada e condivisi con il progettista:

- a) La sezione stradale di progetto avrà la stessa larghezza di spartitraffico (110cm) perché sia compatibile con la sezione stradale esistente a monte e a valle dell'opera; la larghezza pavimentata sull'opera sarà aumentata da 10,25m a 10,65m per ottenere tre corsie così composte: sorpasso = 3,75m da asse striscia continua lato spartitraffico ad asse striscia discontinua; 3,75m da asse striscia discontinua ad asse striscia continua; 3m da asse striscia continua a ciglio pavimentato lato esterno. Tale sezione non è rigorosamente una sezione conforme al DM-01 sulle strade ma inserendosi su un'arteria esistente vi si adatta mantenendo inalterate le larghezze di marcia e sorpasso, già a norma, ed aumentando la larghezza della corsia d'emergenza fino al valore di norma. La sola parte di banchina lato spartitraffico non risulta adeguata alle norme perché risulta impossibile modificare la larghezza dello spartitraffico senza introdurre significative e pericolose variazioni di tracciato lungo l'asse (i tratti di strada esterni ai viadotti non vengono modificati). I cordoli saranno di 70cm di larghezza. L'allargamento di 40cm si assorbe interamente nell'ambito dell'opera stessa e si raccorda gradualmente al tracciato a monte e a valle delle opere in otto metri di lunghezza ed è predisposto per un futuro adeguamento della corsia di emergenza anche dei tratti all'esterno del viadotto;
- b) Le opere adeguate hanno lo stesso sviluppo di quelle esistenti (i giunti di spalla finali dovranno sostanzialmente coincidere con i giunti attuali);
- c) Lo spartitraffico è costituito da un cordolo continuo: i due impalcati sono quindi collegati a livello di soletta per eliminare il giunto longitudinale che è spesso origine di problemi di ammaloramento delle opere esistenti;

- d) Le barriere di sicurezza devono essere sostituite con moderne barriere tenendo conto, in spartitraffico, che essendo gli spazi disponibili imposti dal tracciato esistente, si dovrà fare riferimento all'urto più probabile per la verifica della deflessione della barriera;
- e) Vita nominale  $V_n = 50$  anni; classe di utilizzo = IV (opera strategica); coefficiente di utilizzo  $C_u = 2$ ; vita di riferimento  $V_r = V_n \times C_u = 100$  anni;
- f) La progettazione delle opere tiene conto delle fasi e dei metodi di costruzione, quindi degli spazi aggiuntivi necessari ed eventuali occupazioni temporanee, della cantierizzazione e di idonei presidi;
- g) Sono previsti trattamenti per le acque meteoriche di piattaforma;
- h) La progettazione tiene conto dei vincoli esistenti nella zona dei lavori, salvo richiamare la necessità che vengano ottenute specifiche autorizzazioni;
- i) Le soluzioni progettuali sono il più possibile omogenee;
- j) L'elenco prezzi di riferimento è Anas 2017;
- k) Laddove la pendenza trasversale degli impalcati sia  $< 2\%$ , questa verrà adeguata alla pendenza minima del  $2\%$ ; le pendenze vengono raccordate entro i 50 m a monte e valle dell'opera, comunque interessati dai lavori;
- l) Per ottimizzare la realizzazione delle condotte ed evitare di uscire al di fuori dei limiti di progettazione, la singola opera ha un proprio impianto di trattamento. Per rendere minimo l'impatto della manutenzione in fase di esercizio vengono preferiti impianti con funzionamento in continuo tenuti debitamente in conto il bilancio economico e l'ingombro;
- m) In spartitraffico si prevede la barriera monofilare New Jersey in calcestruzzo;

#### 4. Esame delle alternative tecnico-economiche e selezione degli scenari ottimali

La progettazione definitiva ha seguito diversi cicli di iterazione al fine di esaminare diversi scenari tenendo conto delle finalità, dei vincoli specifici, e delle condizioni al contorno dell'opera, meglio precisate di seguito:

- La finalità primaria dei lavori è l'adeguamento sismico dei viadotti selezionati. A questa finalità si aggiungono una serie di obiettivi aggiuntivi quali: la progettazione di una vita dell'opera pari a 100 anni, l'aumento della sicurezza intrinseca della strada, l'aumento della protezione del contesto ambientale.
- I vincoli più rilevanti sono:
  - la presenza e la sicurezza del traffico autostradale che non può essere interrotto se non in speciali e strette condizioni (di notte, per brevi durate);
  - l'urgenza di ultimazione dei lavori legata alla forte sismicità dell'area e alla registrata frequenza di eventi sismici;
  - la minimizzazione del disagio e la massimizzazione della sicurezza per gli utenti dell'autostrada durante l'esecuzione dei lavori;
  - la massimizzazione della sicurezza dei lavoratori durante la costruzione;

- la coerenza dei costi riguardo le somme complessivamente indicate nello studio di fattibilità già presentato;
- le azioni severe di tipo antropico (carichi accidentali autostradali, urti, aggressione chimico-meccanica derivante dalle attività anti-neve in autostrada);
- le esigenze di ispezione e manutenzione delle opere autostradali in condizioni di sicurezza;
- Le condizioni al contorno più importanti da considerare sono:
  - La geometria e lo stato di conservazione delle varie parti componenti le opere esistenti;
  - gli spazi molto ridotti per le caratteristiche montane della tratta, posta a mezza costa lungo pendii scoscesi;
  - il clima rigido nel periodo invernale, soggetto a ghiaccio e neve;
  - la difficoltà di collegamento tra parti di cantiere (piste scoscese, logistica complessa);
  - la distanza da luoghi di fornitura di energia, acqua e telecomunicazioni, approvvigionamento, cave e discariche;
  - il pregio naturalistico e paesaggistico dell'area.
  - le azioni severe tipo naturale (cicli gelo-disgelo, vento, neve, sisma);

In aggiunta si è tenuto conto della lunga e approfondita esperienza del Gestore dell'infrastruttura in materia di interventi sulle opere della tratta e sulla notevole conoscenza dello stato di conservazione delle opere stese.

A valle delle valutazioni condotte lo scenario che è risultato più idoneo è quello che prevede l'assunzione delle seguenti scelte progettuali:

- sostituzione dell'impalcato esistente con un nuovo impalcato continuo sia longitudinalmente (trave continua) sia trasversalmente (carreggiate adiacenti collegate); l'impalcato è del tipo a struttura mista acciaio-calcestruzzo dotato di opportuni dispositivi di appoggio e isolamento / dissipazione;
- sostituzione delle pile esistenti con pile nuove costituite da fusti cilindrici in calcestruzzo con guscio esterno in acciaio collaborante e pulvini metallici;
- adeguamento e rinforzo delle spalle esistenti;
- collegamento delle nuove pile alle fondazioni esistenti opportunamente adattate;

#### 5. Definizione del layout di progetto condiviso con il committente e gestore dell'arteria in termini di cantierizzazione, tempi di esecuzione, iter approvativo

Il presente progetto, alla luce di tutto quanto sopra, prevede dunque la realizzazione dei lavori in due fasi principali:

- Fase 1: esecuzione di tutti i lavori in parallelo sulla carreggiata Est (direzione L'Aquila), mentre l'altra rimane destinata al traffico. La scelta di iniziare dalla demolizione della carreggiata Est è

dettata dalla collocazione della barriera di sicurezza esistente sull'impalcato in direzione Roma (in tal modo il traffico rimane comunque protetto dall'attuale barriera di sicurezza);

- Fase 2: inversione dello schema per il completamento dei lavori sull'altra carreggiata e collegamento.

Grazie all'impiego di tecnologie che contemplano una gran parte delle lavorazioni pre-lavorate in officina (travi, coppelle, gusci e pulvini metallici) e di calcestruzzi con prestazioni elevate (autocompattanti, additivi per il controllo del calore di idratazione e i tempi di presa, in base alle temperature ambientali), è possibile prevedere di realizzare la Fase 1 in un anno e la Fase 2 nell'anno successivo, per una durata complessiva di due anni.



## 6. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE, INTERFERENZE E VINCOLI

L'autostrada è composta da due carreggiate, una in direzione L'Aquila e l'altra in direzione Roma, denominate rispettivamente carreggiata Est e Ovest oppure via destra e via sinistra (essendo stato assunto come orientamento convenzionale dell'autostrada il verso da Roma a L'Aquila). Le carreggiate hanno ognuna una larghezza della pavimentazione di 10,25m composta da una corsia di marcia e una di sorpasso da 3,75m (misurata sull'asse striscia) e una corsia di emergenza da 2,75m (incluso lo spessore della striscia da 25cm). Le opere di seguito descritte vengono sempre considerate nello sviluppo dalla spalla lato Roma (spalla "A") alla spalla lato L'Aquila (spalla "B"). Il viadotto presenta un cordolo spartitraffico asimmetrico, con giunto longitudinale dal lato della via dx e con un cordolo quindi più ampio dal lato della carreggiata sx che assolve anche la funzione di sostegno della barriera metallica in spartitraffico. Il terreno è di tipo C (ai sensi delle NTC 08). Per la descrizione geometrica dettagliata delle opere si rinvia agli elaborati di progetto che riportano il rilievo e lo stato di fatto delle opere ricavato dai disegni as-built originali reperiti nell'archivio della società concessionaria.

### VIADOTTO FORNACA

Individuato nel catasto autostradale con il codice VI074, si sviluppa tra le progressive km 92+417 e km 92+719. E' lungo 300m ed è composto da due carreggiate adiacenti. Ogni carreggiata è sostenuta da otto campate da 38m poggianti su tre pile di altezza minima 10m e massima 28m, media 22m. L'impalcato di ciascuna carreggiata è costituito da quattro travi in CAP con trasversi e soletta mediamente da 25cm. Le fondazioni sono di tipo indiretto.







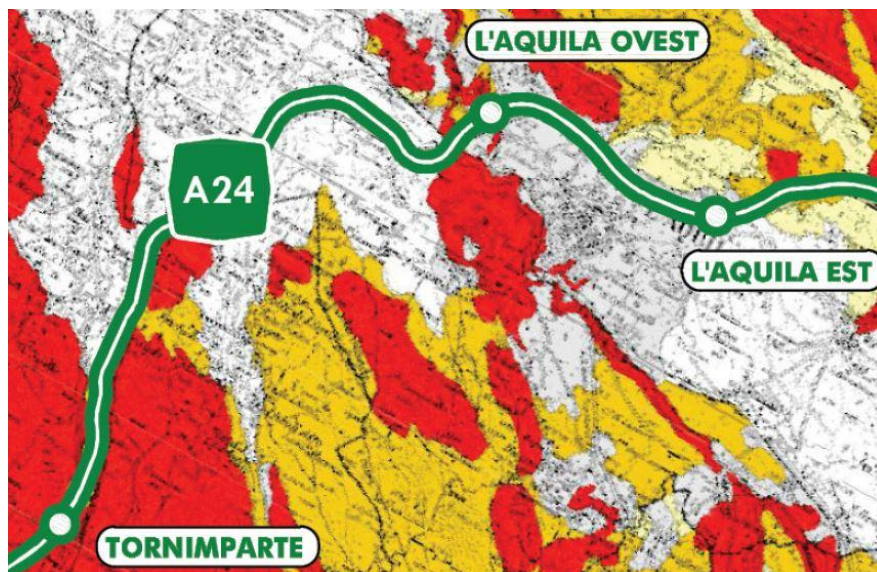
## INTERFERENZE E VINCOLI

Le interferenze individuate riguardano:

- La linea di dorsale Fibra Ottica (Telecom + Strada dei Parchi “SdP”) che corre lungo la via sinistra dell’autostrada. Tale interferenza verrà risolta in fase di cantiere con posizionamento su tracciati provvisori e ricollocamento a fine lavori; a tal fine occorre che il concessionario coinvolga il gestore e il manutentore della linea (TIM spa – Sirti Spa) con congruo anticipo per concordare nel dettaglio le modalità esecutive.
- La linea principale telefonica 7bcp (SdP) che corre lungo la via destra dell’autostrada; Tale interferenza verrà risolta in fase di cantiere con posizionamento su tracciati provvisori e ricollocamento a fine lavori;
- Il sistema di drenaggio esistente dell’autostrada;

Dall’esame della cartografia l’area è soggetta al seguente sistema di vincoli:

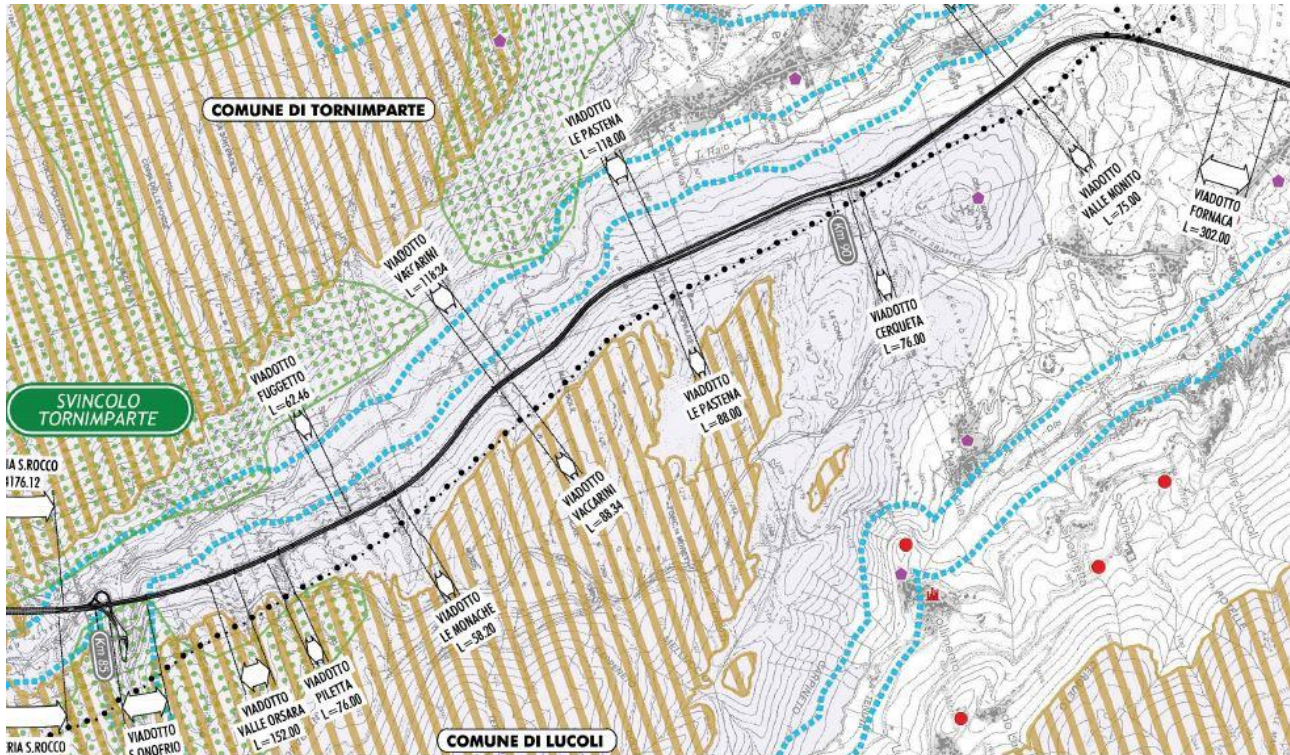
- Normativa occupazione aree Demaniali e trattative private (si veda la planimetria particellare allegata al progetto);



Le aree oggetto di intervento risultano invece esterne ai confini delle seguenti tipologie di vincolo e quindi non sono interessate da:

- PAI - Rischio idrogeologico e pericolosità dissesti franosi;
- Parchi, riserve, SIC, ZPS;
- Vincolo idrogeologico R.D. 3267/1923 ;
- Vincolo Paesaggistico D.Lgs. 42/2004 (aree di rispetto corpi idrici e aree boscate);
- Vincolo Statale art. 136 e 157 DLgs 42/04;
- Piano Regionale Paesistico 2004 (Ambito Montano Massiccio Velino-Sirente, Monti Simbruini, Parco

Nazionale d'Abruzzo).



Infine per ridurre al minimo i disagi alla viabilità autostradale, i cantieri dovranno essere per quanto possibile coordinati con gli altri lavori in programma nella stessa area. La presente progettazione ha concepito le fasi lavorative più critiche (interferenti con il traffico e non differibili) contenendole nel limite dei dodici mesi per carreggiata già previsti per l'esecuzione delle fasi lavorative di altri interventi in programma nella tratta. In tal modo qualora i cantieri risultassero contemporanei sarebbe più agevole coordinarne le fasi.

Si evidenzia che le aree oggetto di intervento interessano in minima parte nuove aree di acquisizione temporanea. Gli interventi definitivi rimangono all'interno della fascia di rispetto autostradale. Si rimanda per ulteriori particolari alla relazione sui vincoli e sulle interferenze allegate al progetto.

Si aggiunge che queste opere, come altri viadotti delle autostrade A24/25, è stata monitorata negli anni nell'ambito del processo di Sorveglianza delle Opere realizzato per la concessionaria Strada dei Parchi S.p.A. e sono state oggetto di interventi di ripristino negli anni. Tali interventi hanno riguardato in maniera locale e straordinaria, in diverse epoche, il rinforzo di alcuni elementi strutturali di vario tipo (solo alcune pile del Fornaca, in anni e con tecniche differenti).

## 7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il viadotto Fornaca attraversa depositi torbiditici altomiocenici, costituiti da arenarie sulle quali poggiano depositi alluvionali olocenici di natura generalmente sabbioso limosa. Rimandando alla relazione geologica per una descrizione di maggior dettaglio, il substrato di fondazione delle opere d'arte in esame è costituito dalle seguenti caratteristiche geologiche: il viadotto attraversa una stretta valle alluvionale, ad orientazione



appenninica (NW-SE); Al di sotto di una modesta copertura alluvionale prevalentemente sabbioso limosa, rilevabile per il suo massimo spessore al centro della valle, affiora il substrato costituito da arenarie quarzoso-feldspatiche e unità argilloso-marnose, calcareniti, alternanze di marne e marne calcaree con sottili intervalli calcarenitici, marne, marne argillose, ed argille.

Dall'analisi dei dati disponibili bibliograficamente e dai rilievi effettuati su un'area sufficientemente estesa, emerge che nel settore attraversato dal viadotto non sono attivi processi di instabilità geomorfologica. Sulla base dei risultati ottenuti dalle indagini geofisiche effettuate è possibile attribuire al sottosuolo investigato la categoria C per il viadotto Fornaca, secondo la definizione prevista dal D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni.

## 8. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Per il viadotto oggetto della presente progettazione l'intervento prevede la completa sostituzione dell'attuale impalcato e le attuali pile con nuovi elementi strutturali misti acciaio - calcestruzzo. Per quanto esposto in premessa tale scopo è articolato nei seguenti argomenti principali e nella conseguente struttura di scomposizione del lavoro (WBS):

- 1) adeguamento sismico dei viadotti;
- 2) trattamento delle acque meteoriche che interessano la piattaforma dei viadotti.

Più in particolare:

- 1) adeguamento sismico dei viadotti: La strategia scelta per l'adeguamento sismico dell'opera esistente mira alla completa sostituzione dell'opera strutturale in c.a. e c.a.p., escluse spalle e fondazioni, con un'opera in struttura mista acciaio-calcestruzzo con piattaforma autostradale più larga di 40cm sui cigli esterni. La soluzione scelta deve permettere di raggiungere l'obiettivo primario di adeguamento sismico e al contempo gli obiettivi di miglioramento di alcuni elementi della piattaforma stradale, di conseguimento certo dell'allungamento della vita residua dell'opera, di maggiore rapidità di esecuzione tenuto conto dei forti limiti di spazio e di fasizzazione esecutiva e della necessità di operare in adiacenza al traffico, di migliore efficienza tecnico-economica complessiva dell'intervento, di salvaguardia e riduzione dell'impatto paesaggistico e ambientale dell'infrastruttura autostradale mediante la conservazione dell'organizzazione formale degli elementi costitutivi unita ad una particolare attenzione all'uso dei materiali.

Per ottenere gli obiettivi indicati obiettivi si prevedono, per ogni opera, i seguenti interventi, individuati secondo i relativi capitoli:

- A. demolizione del viadotto esistente fino allo spiccatto delle fondazioni, salvaguardando i ferri di ripresa delle stesse.
- B. Completa ricostruzione, nella stessa posizione, delle pile, realizzazione dei nuovi pulvini e del nuovo impalcato. Si considera quindi una nuova pavimentazione, nuove barriere di sicurezza, nuova segnaletica e nuovi elementi di margine. La nuova configurazione stradale permette di adeguare alla norma l'attuale corsia di emergenza in corrispondenza delle opere, per consentire un futuro adeguamento di tutta la tratta. Le nuove pile, di forma cilindrica e diametro 3,5m saranno realizzate con un guscio in acciaio autoprotetto (cor-ten) collaborante con il riempimento in calcestruzzo con una cavità centrale; i nuovi pulvini saranno in acciaio cor-ten; il nuovo impalcato



sarà in struttura mista acciaio-calcestruzzo, con travi continue, trasversi e irrigidimenti e coppelle in acciaio cor-ten e soletta in calcestruzzo autocompattante armato. La soletta è unica per le due carreggiate; le spalle saranno ringrossate nei muri frontali e sulla sommità mediante collegamento delle strutture esistenti con inghisaggi, saranno rinforzate con micropali con funzione di tiranti passivi e verranno ricostruiti i paraghiaia; gli appoggi saranno anche isolatori. L'impalcato sarà impermeabilizzato al di sotto della pavimentazione di 10cm di spessore. Le nuove barriere di sicurezza saranno del tipo H4 Bordo ponte in calcestruzzo sul bordo laterale e H4 monofilare tipo New Jersey in spartitraffico (dove previsto).

- C. Per la realizzazione delle nuove opere sono necessari movimenti di materie per realizzare scavi e riempimenti in prossimità delle fondazioni esistenti;
- D. Sono da prevedere spostamenti in provvisorio degli Impianti esistenti per consentire la realizzazione per fasi dei viadotti.

2) Impianto di trattamento acque: le acque di piattaforma provenienti dai nuovi impalcati vengono convogliate tutte in un unico punto di trattamento mediante un sistema di condotte. L'impianto di trattamento delle acque si trova presso la spalla di valle della carreggiata di valle di ciascun viadotto ed è reso facilmente accessibile per manutenzione dalla viabilità autostradale. Tale impianto è in grado di trattare l'acqua di prima pioggia depurandola prima dello scarico nei fossi e consente di raccogliere in una vasca separata un'eventuale "onda nera" in caso di sversamenti accidentali in autostrada ed è stato dimensionato per trattare le portate relative all'area degli impalcati oggetto della presente progettazione.

Per la realizzazione dei nuovi viadotti sono previste le seguenti sezioni di progetto:

- Sezione viadotto: due carreggiate collegate con pavimentato da 10,65m, cordolo spartitraffico da 1,10m e due cordoli esterni da 70cm;
- Sezione viadotto esistente provvisoriamente destinata al traffico mentre la carreggiata adiacente è destinata al cantiere: carreggiata con pavimentato da 10,25m suddiviso in due corsie da 3,30m in direzione l'Aquila e Roma separate da una corsia centrale destinata al soccorso da 3,05m. le tre corsie così ricavate sono tra loro separate da NJ in calcestruzzo classe H1 (tipo Abesca E75) e delineatori flessibili in gomma di altezza maggiorata (60cm) di ingombro 30cm entrambi, posizionati a scacchiera per tratti di 100m con elementi di avvio.
- Sezione viadotto nuovo provvisoriamente destinata al traffico mentre la carreggiata adiacente è destinata al cantiere: carreggiata con pavimentato da 10,25m (10,65 – 0,40 per ingombro barriera di sicurezza provvisoria bordo ponte ancorata alla soletta) suddiviso in due corsie da 3,30m in direzione l'Aquila e Roma separate da una corsia centrale destinata al soccorso da 3,05m. le tre corsie così ricavate sono tra loro separate da NJ in calcestruzzo classe H1 (tipo Abesca E75) e delineatori flessibili in gomma di altezza maggiorata (60cm) di ingombro 30cm entrambi, posizionati a scacchiera per tratti di 100m con elementi di avvio.
- Le barriere verranno sostituite in tutti i tratti interessati dal rifacimento della sezione stradale, per le lunghezze minime necessarie al loro corretto funzionamento; le barriere sono del tipo bordo ponte H4 in calcestruzzo a profilo NJ sui bordi laterali e tipo New Jersey in calcestruzzo in spartitraffico. Il raccordo tra le barriere nuove e quelle esistenti avviene immediatamente al di là dei giunti che delimitano la fine dell'opera. Il raccordo dei cigli pavimentati esterni (aumentati di

40cm) avviene all'interno delle opere nuove, per un tratto di otto metri. Il raccordo delle pendenze trasversali avviene per un tratto di 50 metri al massimo (in funzione della differenza di pendenza da raccordare) al di là dei giunti ed è eseguito tramite gli strati di conglomerato bituminoso.

- Le nuove pavimentazioni prevedono un pacchetto così composto (dal piano di posa sul rilevato): 32cm misto stabilizzato, 20cm misto cementato, 10cm base, 6cm binder, 4cm usura; le pavimentazioni di cucitura nei tratti in adiacenza alle aree modificate verranno realizzate tramite il completo rifacimento degli strati di binder e usura; nota bene: vista la quota altimetrica, non è previsto l'impiego di usura drenante.
- La segnaletica orizzontale verrà rifatta e la segnaletica verticale verrà ripristinata;

## 9. CANTIERIZZAZIONE E OCCUPAZIONI

Si evidenzia un'area principale fissa e permanente per tutta la durata dei lavori destinata alla cantierizzazione. Questa area logistica, destinata al parcheggio e alla manutenzione dei mezzi d'opera, allo stoccaggio di parte dei materiali, alla centrale di betoaggio, alla riduzione frantumazione e vaglio di elementi demoliti è stata individuata presso il viadotto Fornaca, al riparo da eventuali cadute di materiali dal viadotto stesso è utilizzabile anche come area direzionale, destinata al campo base con uffici, inclusi gli uffici della Direzione Lavori, parcheggi e spogliatoi; si segnala che la configurazione di queste aree deve essere precisata al momento della progettazione esecutiva e dell'affidamento dei lavori in quanto le stesse aree possono essere destinate ad ospitare aree di cantiere di altri lavori concomitanti. Nella stessa area possono trovare collocazione i mezzi di assistenza e soccorso permanenti da mantenere durante la durata del cantiere (camion con gru per spostamento NJ, carro-attrezzi per mezzi pesanti; caminoncino per segnaletica e assistenza alla circolazione e relativi uffici, servizi e baraccamenti).

Si definiscono una serie di aree di cantiere temporanee legate alla fasizzazione del cantiere da utilizzare per il deposito temporaneo dei materiali. Tali aree saranno ubicate sulla carreggiata oggetto dei lavori e chiusa al traffico. Piste idonee dovranno essere realizzate raggiungere il piede delle pile e mantenere il collegamento tra parti di cantiere anche ad opere demolite.

In autostrada è necessario ricorrere a deviazioni del traffico su una sola carreggiata, liberando la carreggiata destinata ai lavori. Il disagio per l'utente è stimato in ventiquattro mesi complessivi. Si rimanda al capitolo sulla fasizzazione per maggiori dettagli.

La cantierizzazione include una serie di opere provvisorie necessarie alla materiale esecuzione delle opere per liberare ad esempio le pile esistenti del terreno che le avvolge e ne ricopre le fondazioni, oltre alla realizzazione delle piste necessarie per raggiungere i luoghi dei lavori. Per ragioni di sicurezza del traffico è prevedibile la necessità di ricorrere al rifacimento della pavimentazione preliminare alla deviazione dei due flussi di traffico su una sola carreggiata (via sx), stante la considerazione che una volta deviato il traffico e demolita la carreggiata adiacente non sarà più possibile effettuare attività sulla carreggiata destinata al traffico. Infine sarà necessario predisporre tutta una serie di presidi per la sicurezza del traffico e del cantiere ad esso adiacente come segnaletiche e barriere di sicurezza provvisorie da movimentare nelle e diverse fasi del cantiere, oltre a dispositivi di protezione contro polveri o frammenti delle demolizioni, videosorveglianza e presidi per sopperire ai problemi di ghiaccio sulla strada durante la stagione invernale, considerato che i mezzi spazzaneve avranno un'operatività ridotto. Di tutte le predisposizioni elencate nel presente capoverso dovrà tenere conto il piano di sicurezza con la stesura del progetto esecutivo.

Il progetto comporta modeste maggiori occupazioni definitive all'interno della fascia di rispetto

autostradale e alcune occupazioni temporanee. Si rimanda alla planimetria catastale e all'elenco ditte per maggiori dettagli.

## **10. INQUADRAMENTO E PREFATTIBILITA' AMBIENTALE**

L'intervento oggetto della progettazione ha un primario obiettivo legato alla messa in sicurezza dal punto di vista sismico del viadotto Fornaca, attualmente non adatto a sopportare le azioni indotte dal sisma calcolate secondo le vigenti normative. Come descritto sopra l'obiettivo verrà raggiunto operando un intervento che salvaguardi le tematiche ambientali, portando ad una configurazione finale del viadotto che vede il ripristino dell'esistente configurazione complessiva (si mantiene la stessa scansione delle pile, la stessa livelletta e l'ingombro planimetrico è incrementato dei soli 40cm necessari a mettere a norma la corsia d'emergenza della sezione stradale). L'operazione prevista è compatibile con i piani paesaggistici e territoriali, trattandosi di un intervento che viene attuato su una infrastruttura già esistente, salvo ovviamente raccogliere il benessere e i nulla osta degli enti di controllo preposti.

L'intervento e il suo esercizio non modificano le componenti ambientali e di salute dei cittadini in termini di utilizzo dell'opera, mentre può essere ravvisato un miglioramento in termini di beneficio paesaggistico, dettato dalla realizzazione di opere meglio inserite da un punto di vista cromatico e con una riduzione della volumetria delle parti strutturali, e in termini di beneficio ambientale ottenuto con la realizzazione di impianti di trattamento e presidio delle acque di piattaforma.

D'altra parte prescrizioni dell'Ente Concedente, proprietario dell'opera, impongono al Concessionario la realizzazione di un intervento di adeguamento sismico senza che soluzioni alternative possano essere individuate in termini localizzativi. Sotto il profilo tipologico tra le varie soluzioni possibili, quella della costruzione di un'opera nuova che ricalchi l'impianto esistente appare quella maggiormente adatta alla minimizzazione dell'impatto ambientale.

L'approvazione dell'intervento in materia ambientale dovrà definitivamente essere rilasciata dal Ministero dell'Ambiente nell'alveo del Codice Ambiente tramite lo strumento ritenuto più idoneo di concerto con il Ministero Concedente e il Committente dei Lavori.

## **11. PROGRAMMA TEMPORALE E FASI DI ESECUZIONE**

La realizzazione dell'opera è organizzata in fasi studiate in modo tale da rendere possibile l'esecuzione delle lavorazioni inducendo il minor impatto possibile sul traffico e sui tempi totali di realizzazione dei lavori, tenuto conto che il lavoro è per sua natura fortemente impattante, comportando la completa demolizione del viadotto. Le fasi sono articolate secondo la struttura di realizzazione del lavoro (WBS) presentata nel cronoprogramma allegato al progetto che prevede due fasi principali e 720 giorni naturali e consecutivi (circa 24 mesi) per la realizzazione completa dell'opera. Tale programma è stato costruito per poter essere integrato con altre iniziative analoghe programmate sulla stessa tratta.

Le fasi e i relativi impatti sul traffico autostradale sono descritte nel cronoprogramma allegato al progetto.

Tutte le fasi sono ultimate dai relativi collaudi tecnici.

## **12. COSTI**

La stima economica dei lavori è stata condotta con il Prezziario Anas 2017. Per lavorazioni non presenti nel prezziario si prevede la necessità di ricorrere a n°11 nuovi prezzi.

L'importo totale dei lavori è stato stimato a A CORPO e A MISURA

L'importo lordo dei lavori è pari a €20.958.509,64 per lavori a corpo, di cui €3.637.427,29 per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso.

Per la stima delle somme a disposizione dell'Ente Appaltante si considerano inoltre:

per espropri: € 5.300,58 (rif. 250D000EG00ESP001A);

per interferenze: 0,5% dell'importo totale lordo dei lavori (rif. 250D000EG00INT001A)

## **13. PROGRAMMA DEL PROCESSO**

Il progetto definitivo dell'intervento in oggetto prevede l'ottenimento di alcune autorizzazioni secondo l'iter approvativo guidato dal Committente e Concessionario dell'autostrada A24, Strada dei Parchi Spa, in sintonia con l'Ente Concedente, Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

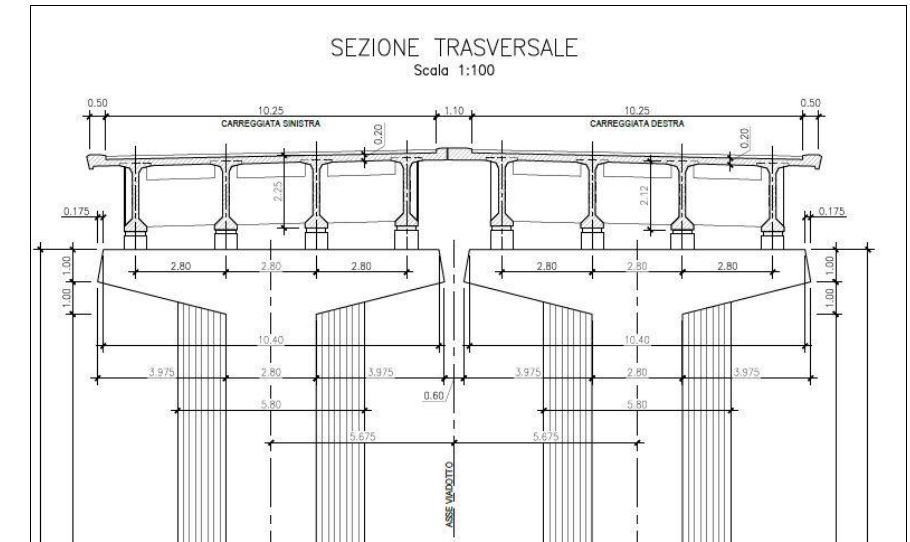
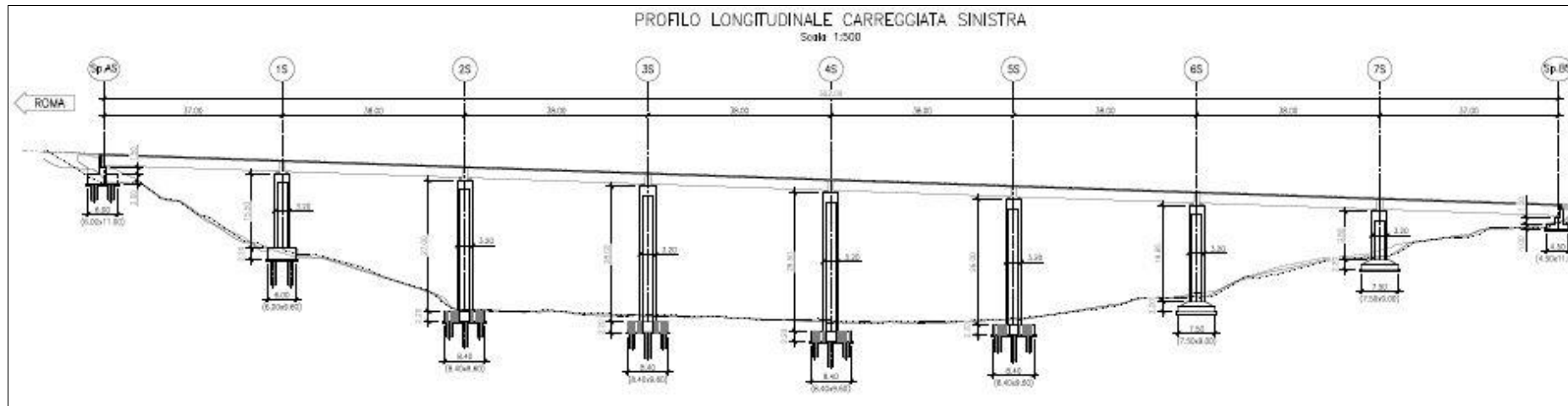
A valle del processo approvativo che vede l'integrazione dei contributi prescrittivi di diversi enti interessati all'opera il Committente promuoverà la Progettazione Esecutiva indicando le eventuali prescrizioni ed integrazioni, anche in termini di approfondimenti di studio e di indagine. Sulla base del progetto esecutivo potrà essere emesso il Decreto di Approvazione da parte del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti e l'autorizzazione sismica per le opere strutturali e potranno essere avviate le procedure di affidamento dei Lavori. La durata di tale fase rimanente del processo è legata ai tempi richiesti dagli enti per l'approvazione. La redazione del progetto esecutivo richiede circa 60 giorni, esclusi i tempi necessari all'esecuzione di indagini o studi aggiuntivi eventualmente individuati.

Chieti, 21 Dicembre 2017

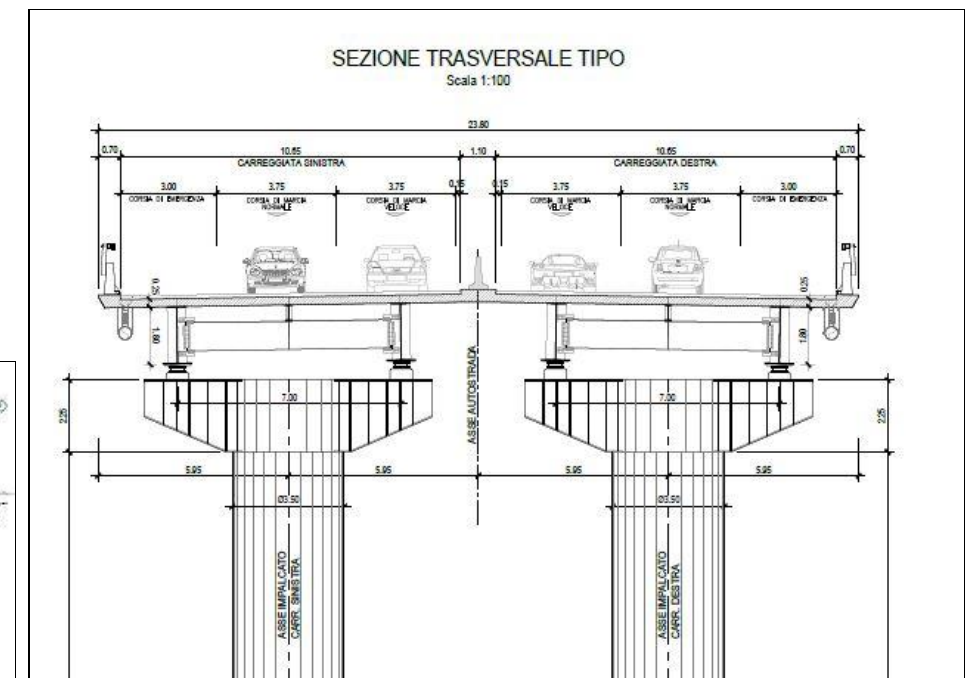
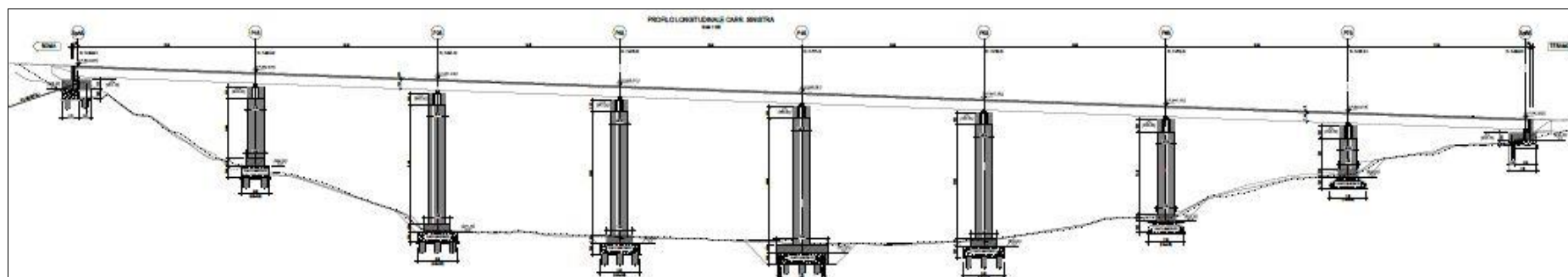
## **14. ALLEGATO 1: DESCRIZIONE GRAFICA DEGLI INTERVENTI**



Viadotto Fornaca: Stato Attuale



Viadotto Fornaca: Stato di Progetto



## **15. ALLEGATO 2: NOTA TECNICA SULLE SCELTE PROGETTUALI**

# **AUTOSTRADA A24/A25**

## **Adeguamento sismico viadotti tra Tornimparte e L'Aquila Ovest**

### **NOTA SULLE SCELTE PROGETTUALI**

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>IMPALCATO</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>IMPALCATO COMPOSTO ACCIAIO-CALCESTRUZZO</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>CALCESTRUZZO SOLETTA</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>PILE</b>	<b>7</b>

## 1. PREMESSA

La presente nota tecnica discute le scelte progettuali utilizzate per la l'adeguamento sismico di 15 viadotti sulla A24, tra Tornimparte e L'Aquila Ovest.

In particolare, si fa riferimento ai materiali ed alle tecnologie di costruzione impiegati con l'obiettivo di ottenere opere veloci da costruire, sicure e durevoli nel tempo.

Le NTC 2008 (DM 14/01/2008) definiscono la Vita Nominale di un'opera strutturale  $V_n$  come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è stata destinata.

Vita Nominale * $V_n$ (anni)	Tipo di costruzione
$\leq 10$	Opere provvisoriai, provvisorie, fasi costruttive
$\geq 50$	Opere ordinarie: edilizia, ponti, infrastrutture di importanza normale
$\geq 100$	Grandi opere: ponti, infrastrutture di importanza strategica

I viadotti sono progettati per una vita nominale  $V_n = 50$  anni, classe di utilizzo = IV, coefficiente di utilizzo  $C_u = 2$ , vita di riferimento  $V_r = V_n \times C_u = 100$  anni.

## 2. IMPALCATO

### 2.1 IMPALCATO COMPOSTO ACCIAIO-CALCESTRUZZO

I viadotti esistenti presentano tipicamente impalcato con struttura a travi in c.a.p e solette in c.a. collaboranti oppure solettoni in c.a. alleggeriti. Lo schema tipico di questi viadotti è a campate multiple semplicemente appoggiate sulle pile, con giunti di dilatazione su ogni pila e sulle spalle.

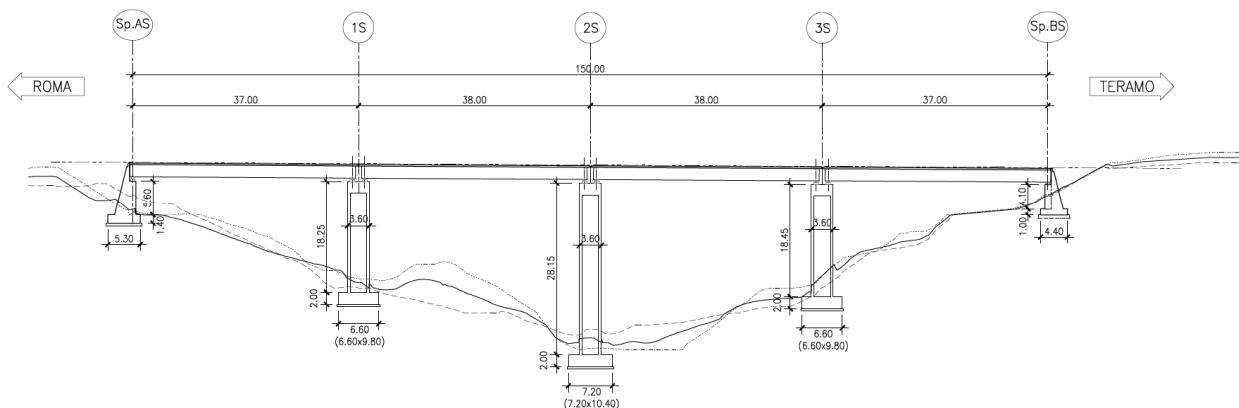


Figura 1 – Prospetto viadotto Valle Orsara – Stato attuale



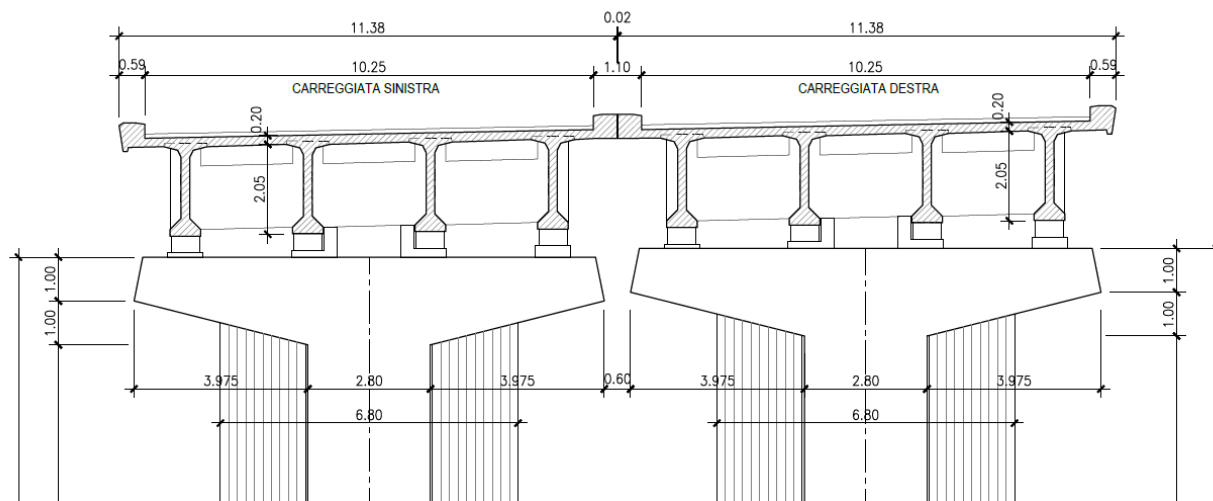


Figura 2 – Sezione impalcato viadotto Valle Orsara – Stato attuale

I viadotti oggetto della progettazione presentano un ammaloramento diffuso che interessa gli impalcati e le pile, mentre le fondazioni sono in generale in buono stato di conservazione.



Figura 3 – Immagine del viadotto Le Pastena – Stato attuale

I giunti di dilatazione rappresentano una criticità per i viadotti esistenti, in quanto fortemente ammalorati. L'acqua che si infila attraverso i giunti contiene alti contenuti di cloruri dovuti ai sali usati per il disgelo della pavimentazione stradale, questa ha provocato negli anni danni consistenti alle solette, travi, pulvini e pile.

La necessità di eliminare i giunti presenti su ciascuna pila, e la conseguente formazione della catena cinematica sulla struttura esistente, è stata analizzata in fase di progettazione.

Sono emerse tuttavia criticità, derivanti dalla geometria delle solette e dal loro stato di conservazione, tali da escluderne la fattibilità per costi e tempi di realizzazione.

Si è pertanto optato, per 12 dei 15 viadotti, per una soluzione che consiste nella sostituzione integrale dell'impalcato esistente con un impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo.

Questi impalcati sono progettati per avere durabilità di almeno 100 anni, agendo sui diversi elementi che compongono il viadotto:

- Realizzazione di impalcati continui da spalla a spalla, senza giunti di espansione sulle pile. Eliminare i giunti, per quanto possibile, è senza dubbio il metodo migliore per prevenire i problemi di infiltrazioni delle acque ed aumentare la durabilità dei viadotti;
- L'uso di acciaio COR-TEN: per l'impalcato abbiamo progettato le strutture in acciaio con uno spessore sacrificale di 1.5mm. In accordo con la norma ISO 9223, lo spessore sacrificale da considerare dipende dalla severità dell'ambiente in cui la struttura sarà costruita. La norma raccomanda per una vita di progetto di 120 anni i seguenti spessori:

<b>Atmospheric Corrosion Classification (ISO 9223)</b>	<b>Weathering Steel Environmental Classification</b>	<b>Corrosion Allowance (mm / exposed face)</b>
<b>C1, C2, C3</b>	Mild	1.0
<b>C4, C5</b>	Severe	1.5
<b>(none)</b>	Interior (Box Girders)	0.5

- Progettazione di un calcestruzzo di soletta altamente performante ai fini della durabilità: discusso più in dettaglio al paragrafo 2.2;
- Protezione catodica galvanica delle armature dei cordoli a bordo ponte ed a ridosso dei giunti di dilatazione: si prevede l'utilizzo di anodi sacrificali di zinco puro rivestiti di una speciale patina conduttiva;
- Trattamenti protettivi delle superfici ed impermeabilizzazioni;
- Studio accurato dei dettagli per il drenaggio delle acque ed evitare ristagni sulle strutture in acciaio COR-TEN.

I vantaggi che ne derivano sono evidenti:

- Impalcato progettato per avere un'alta durabilità;
- Riduzione dei pesi dell'impalcato che hanno diretto beneficio riflesso sui dispositivi di appoggio, sui dissipatori sismici e sui giunti;
- Minore manutenzione richiesta, fermo restando l'importanza di un regime di manutenzione programmata per ottenere la vita di progetto.

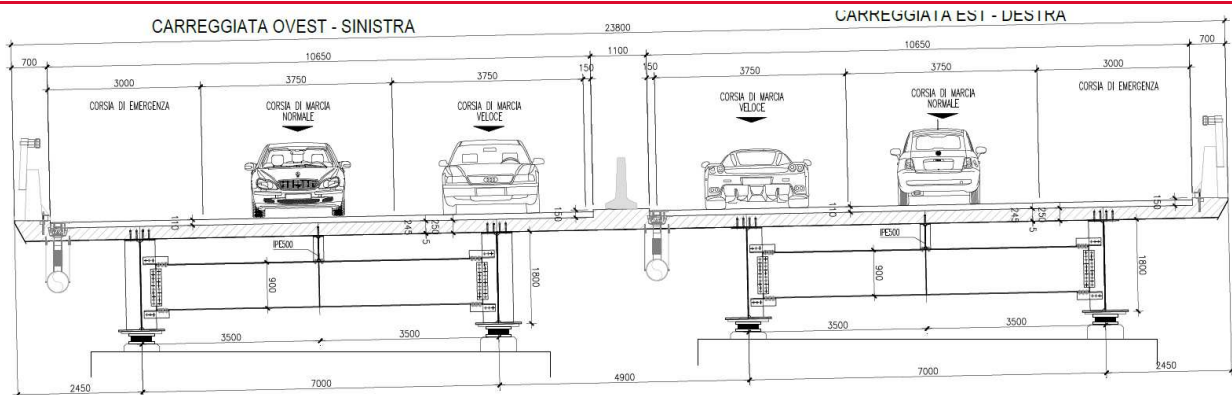


Figura 4 – Sezione impalcato viadotto Valle Orsara – Stato futuro

## 2.2 CALCESTRUZZO SOLETTA

La durabilità di una struttura in c.a. è strettamente legata alla corrosione delle sue armature, che ne determinano la vita utile (Vu). Questa è espressa come  $Vu = \text{tempo di innesco} + \text{tempo di propagazione}$ .

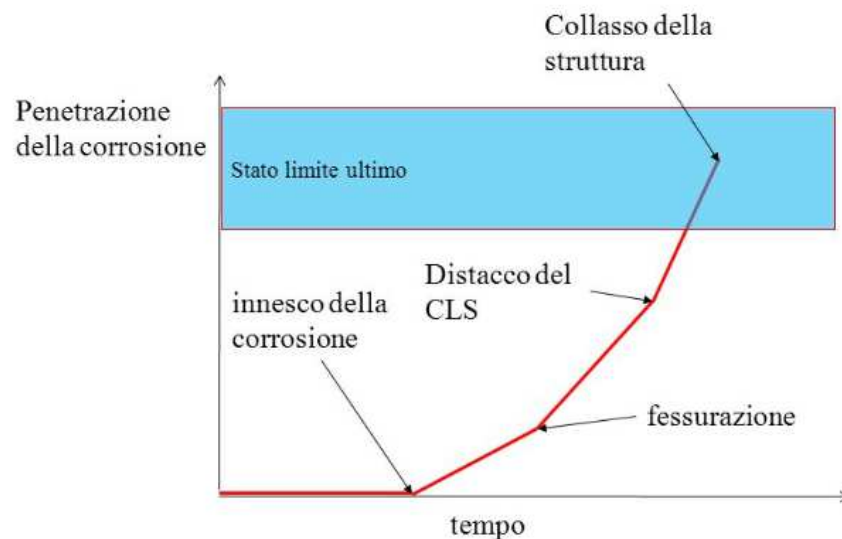


Figura 5 – Diagramma propagazione della corrosione nel tempo nel calcestruzzo

Per aumentare il tempo di innesco si è specificato un copriferro adeguato alla zona di esposizione (XF4) ed è stata studiata una miscela del calcestruzzo che limiti il rapporto acqua/cemento, che contenga additivi che riducono il ritiro, il calore di idratazione e la porosità, al fine di ottenere un calcestruzzo denso ed impermeabile. Nella miscela è anche prevista l'introduzione di un additivo aerante, contro i fenomeni di gelo e disgelo che si possono presentare nelle zone dei 15 viadotti, e di fibre polimeriche.

Il calcestruzzo specificato ha una classe di resistenza C35/45, che presenta una resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck} = 45 \text{ MPa}$  e una resistenza caratteristica a trazione  $f_{ctk} = 2.67 \text{ MPa}$ .

La classe di consistenza del calcestruzzo progettato per il getto della soletta degli impalcati ha una classe di consistenza F5, con un diametro di spandimento superiore a 560mm. Questa consistenza è stata scelta per consentire al calcestruzzo di fluire e riempire il cassero in tutti i suoi spazi, senza necessità di vibrare il getto.

Particolare cura sarà dedicata ai giunti freddi di ripresa dei getti ed alla maturazione del calcestruzzo di soletta. Questa dovrà essere protetta con fogli di polietilene per un periodo di almeno 7 giorni dopo il getto del calcestruzzo.

### 3. PILE

I viadotti esistenti presentano pile in c.a. cave di forma ottagonale

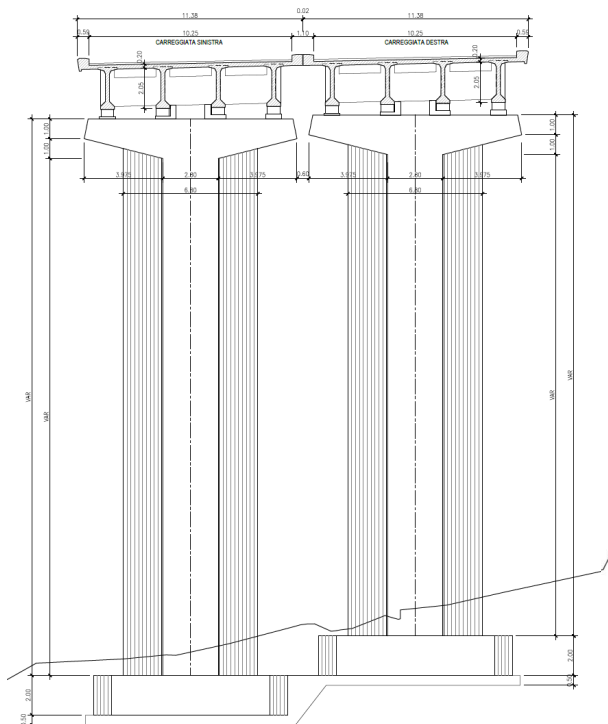


Figura 6 – Pila viadotto tipica e stato di ammaloramento di una pila

Le pile presentano un ammaloramento molto grave e diffuso, in molti casi esse presentano ferri di armatura completamente scoperti ed arrugginiti.

La soluzione progettuale scelta per le pile prevede la sostituzione delle pile in c.a. esistenti, molto degradate e quindi poco durevoli, con nuove pile formate da un guscio esterno circolare in acciaio spesso 8mm collaborante con il riempimento del calcestruzzo interno.

Il guscio metallico, realizzato in acciaio Cor-Ten, è irrigidito all'interno con 8 piatti verticali di dimensioni

250mm x 20mm ed irrigidimenti ad anello dello spessore di 20mm ad interasse verticale di circa 4500mm.

Abbiamo progettato i gusci in acciaio COR-TEN delle pile con uno spessore sacrificale di 2mm. In accordo con la norma ISO 9223, lo spessore sacrificale da considerare dipende dalla severità dell'ambiente in cui la struttura sarà costruita. La norma raccomanda per una vita di progetto di 120 anni i seguenti spessori:

Atmospheric Corrosion Classification (ISO 9223)	Weathering Steel Environmental Classification	Corrosion Allowance (mm / exposed face)
C1, C2, C3	Mild	1.0
C4, C5	Severe	1.5
(none)	Interior (Box Girders)	0.5

Si nota che utilizzando condizioni severe lo spessore sacrificale richiesto è di 1.5mm, minore dei 2mm utilizzati nel progetto.

La faccia interna del guscio è dotata di pioli del tipo Nelson che assorbono gli sforzi di scorrimento fra guscio di acciaio e calcestruzzo, garantendo l'azione composta dell'elemento strutturale.

La base della pila sarà costituita da un dado in calcestruzzo di altezza 1.50 m e con dimensioni in pianta tali da inglobare i ferri della pila esistente e precedentemente demolita.

Il calcestruzzo di riempimento ha una consistenza S5, ed è additivato per ridurre il calore di idratazione ed il ritiro.

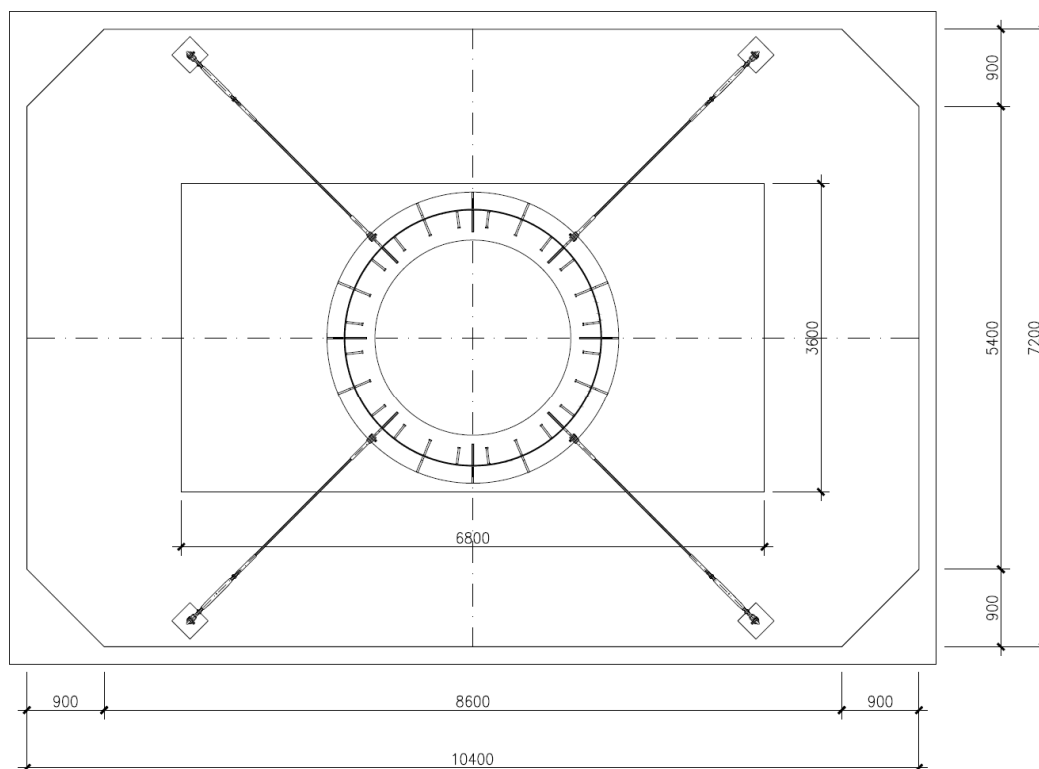


Figura 7 – Guscio metallico della pila dei viadotti

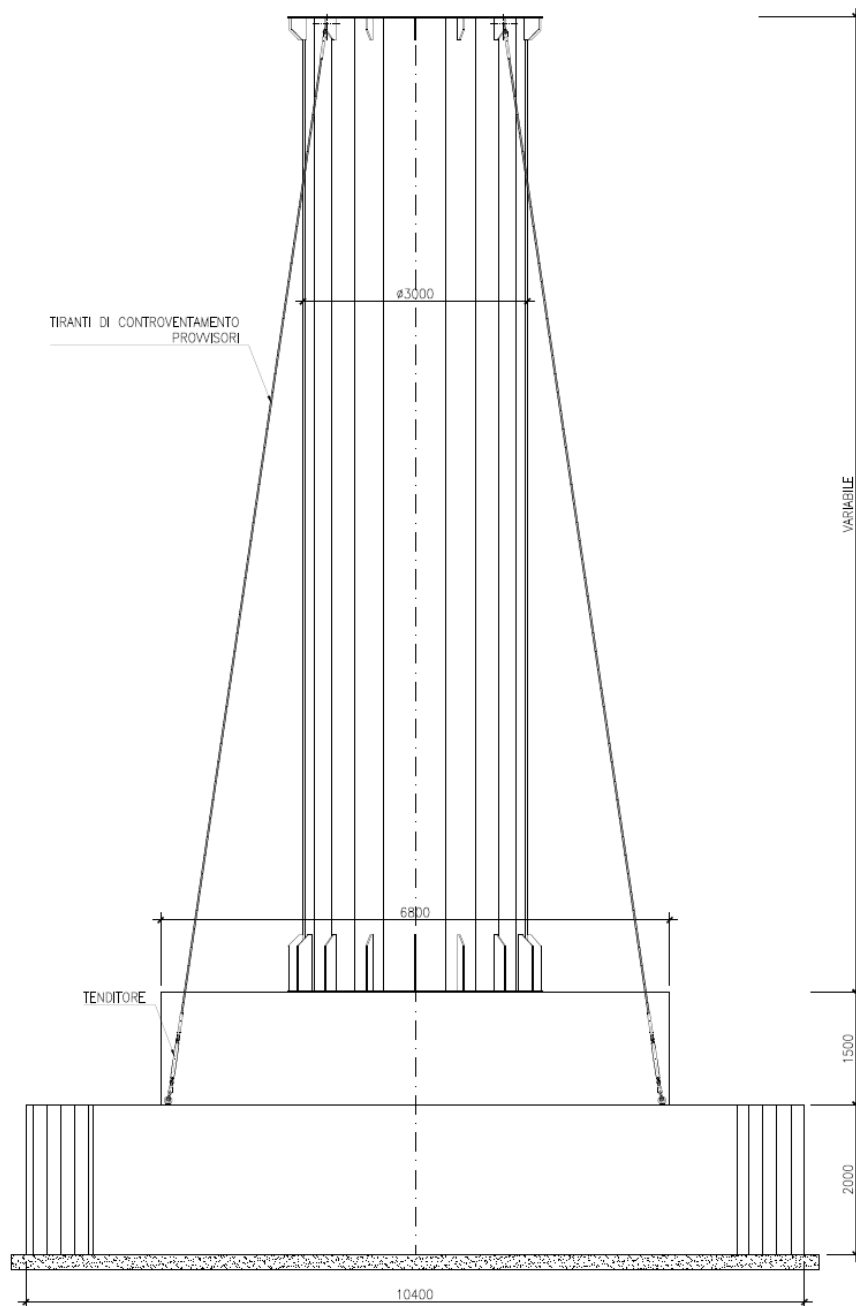


Figura 8 – Guscio metallico della pila dei viadotti

Il guscio metallico viene posizionato in unico elemento, tramite gru, sulla base di fondazione. Viene tenuto in posizione verticale mediante tenditori ancorati alla fondazione. Il getto del calcestruzzo di riempimento è eseguito senza interruzioni e riprese di getto ed in prima fase arriva a tre metri dalla sommità della pila, sarà



completato dopo aver posizionato il pulvino metallico e le armature verticali di collegamento fra pulvino e pila. Il guscio in acciaio funge sia da cassero esterno che da armatura della pila.

Il pulvino, posizionato in testa pila viene ad esso collegato in fase di costruzione mediante bullonatura disposta lungo il perimetro della pila e successivamente con ferri verticali ed un getto di calcestruzzo che si prolunga dalla sommità della pila fino all'estradosso del pulvino stesso.

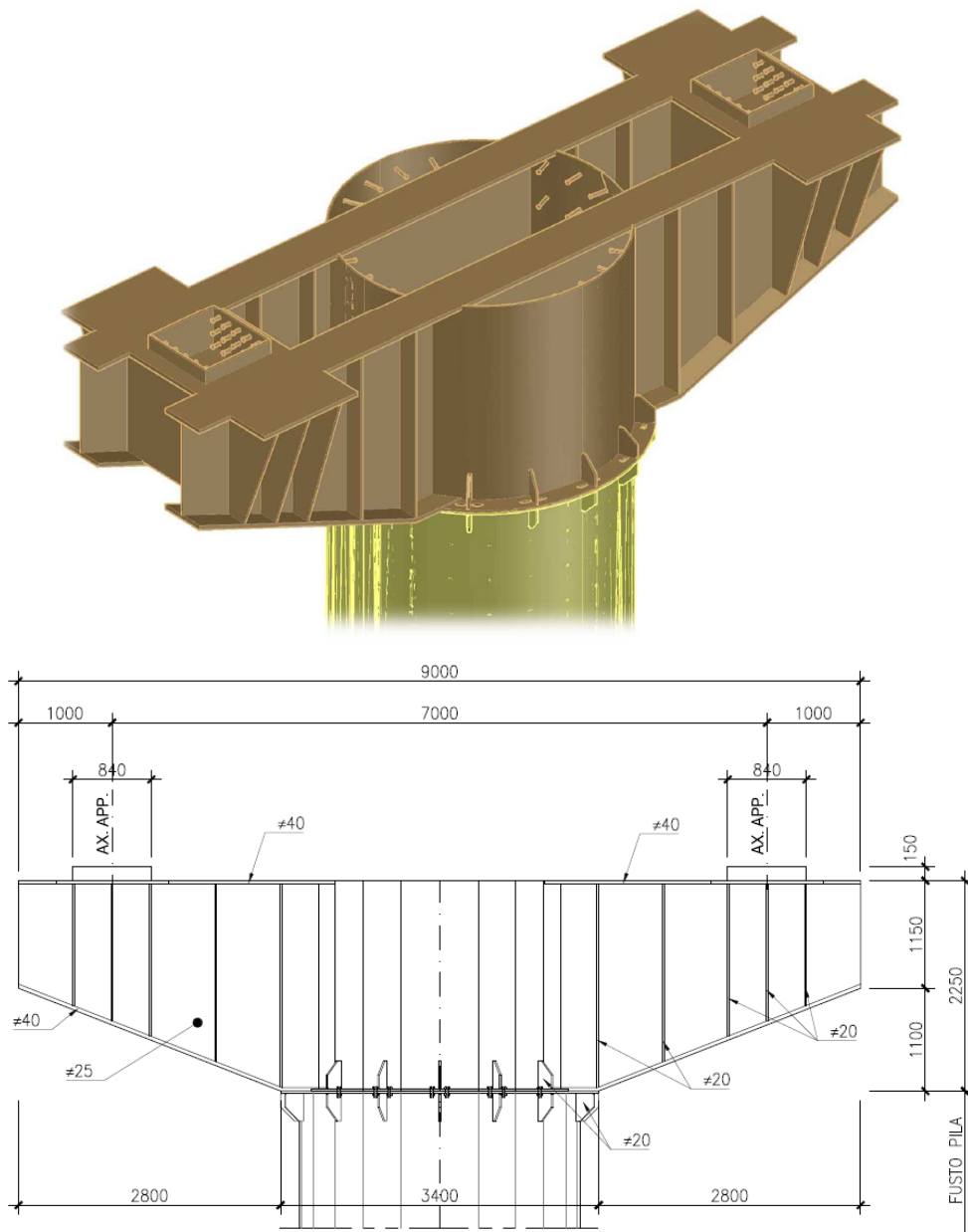


Figura 9 – Pulvino in acciaio

Le scelte progettuali sono state dettate da:

- Velocità di esecuzione: in cantiere potrebbero anche essere realizzate simultaneamente tutte le pile di un viadotto;
- Ridurre i ritardi legati a fenomeni atmosferici (pioggia, neve, ecc...);
- Minimizzare l'impatto sul traffico: i tempi contenuti di realizzazione hanno un impatto positivo sul traffico e sulle deviazioni richieste per la cantierizzazione;
- Garantire elevata durabilità: il guscio rappresenta una barriera fisica all'attacco degli agenti esterni;
- Ottenere elevata efficienza strutturale: i gusci in acciaio, che fungono anche da casseri, ed il calcestruzzo formano una struttura composta che massimizza i benefici dei due materiali. La sezione composta ha una notevole resistenza a compressione, flessione e taglio. I gusci inoltre offrono maggiore confinamento al calcestruzzo aumentando la duttilità delle pile. Numerosi test hanno mostrato che questi elementi hanno una maggiore resistenza alle forze cicliche ed aumentano il damping strutturale in caso di azioni dinamiche.
- Massima qualità di esecuzione: i gusci metallici sono interamente prefabbricati in un'officina di carpenteria metallica specializzata;
- Miglioramento della sicurezza durante la fase di costruzione: la soluzione richiede minori risorse umane rispetto ad una soluzione in c.a. tradizionale in quanto i casseri e le gabbie di armatura sono eliminate. Quindi minori operazioni e meno rischiose;
- Minore manutenzione richiesta, fermo restando l'importanza di un regime di manutenzione programmata per ottenere la vita di progetto.

Di contro una pila tradizionale in c.a. costruita con casseri tradizionali, avrebbe tempi di costruzione molto più lunghi e dovrebbe prevedere parecchie riprese di getto che generalmente sono la causa di riduzione della durabilità della pila essendo esposta agli agenti atmosferici.

Numerose sono le esperienze progettuali a livello mondiale. Il programma ABC (Accelerated Bridge Construction) molto diffuso in America ha lo scopo di studiare soluzioni e tecnologie che consentono la sostituzione di ponti con il minimo impatto sul traffico. La prefabbricazione è ovviamente l'elemento chiave delle soluzioni, e l'uso dei *Concrete Filled Tubes* (CFT) rappresenta una delle tecnologie più in uso per la costruzione di pile da ponte.



Figura 10 – Alaskan Way Viaduct

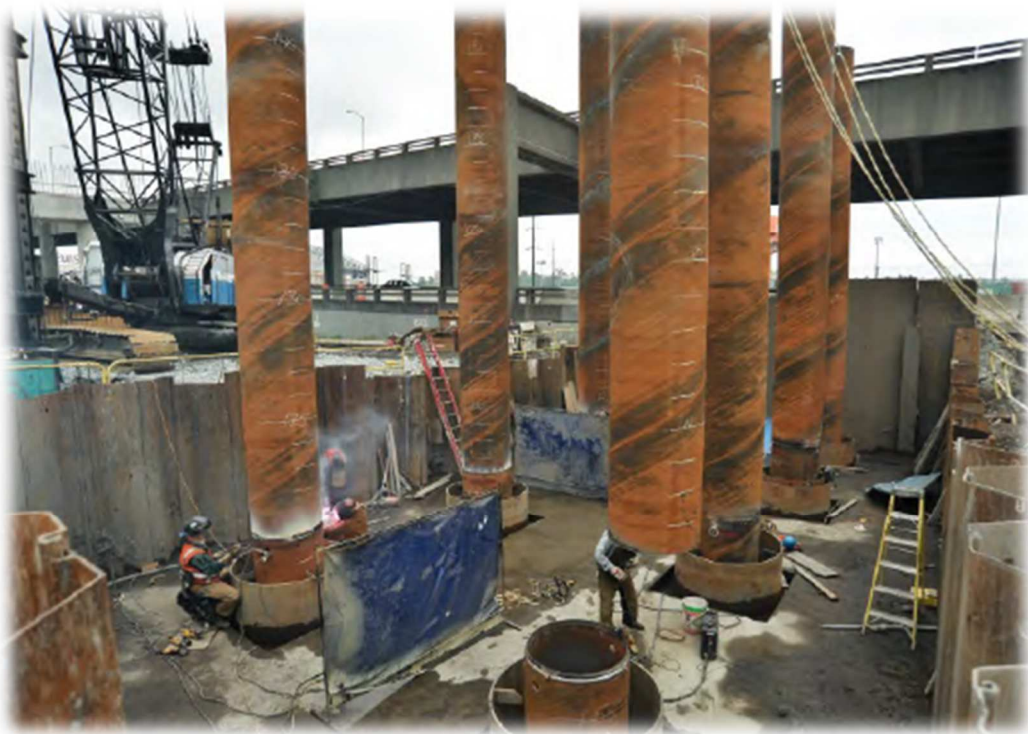


Figura 11 – Alaskan Way Viaduct





Figura 12 – Ebey Slough Bridge



Figura 13 – Eastbound Nalley Valley Bridge