

# SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA

Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti  
tra Ponte a Moriano ed i caselli dell'autostrada A11  
del Frizzone e di Lucca Est - 1° Stralcio

## PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**I PROGETTISTI:**

*Ing. Vincenzo Marzi*  
*Ordine Ing. di Bari n. 3594*

*Ing. Giuseppe Danilo Malgeri*  
*Ordine Ing. di Roma n. A34610*

*Geol. Serena Majetta*  
*Ordine Geologi del Lazio n. 928*

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Geom. Fabio Quondam*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :**

*Ing. Achille Devitofranceschi*

PROTOCOLLO

DATA

## ELABORATI GENERALI RELAZIONE GENERALE

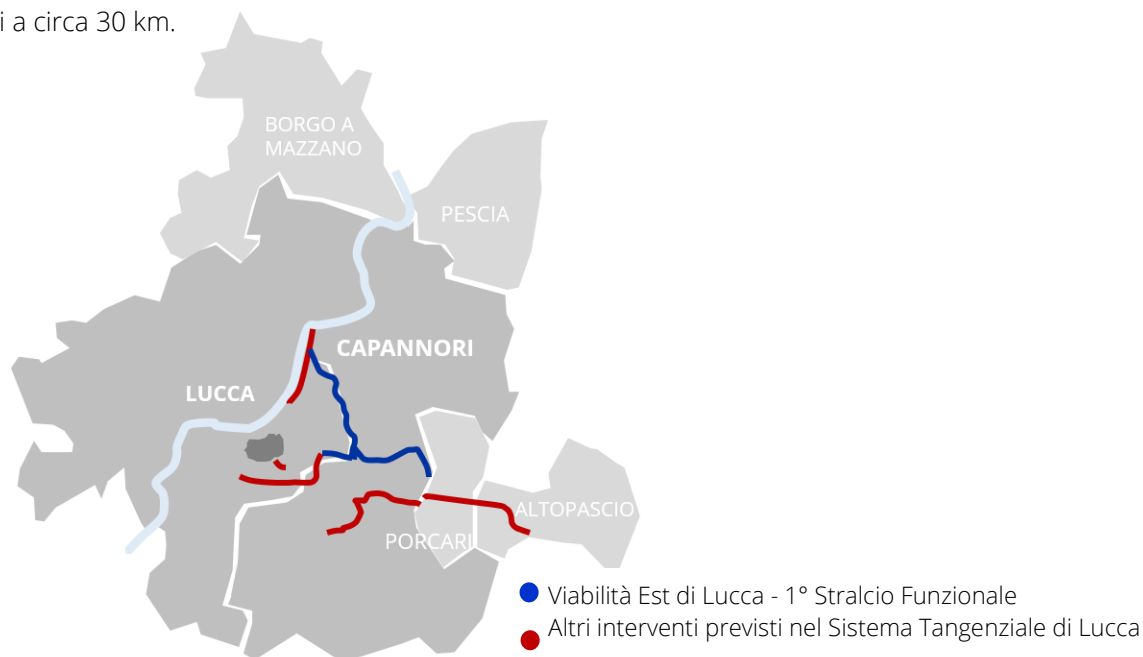
CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00EG00GENRE01_A			
LO601A	D	1601	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE01	A	-
D						
C						
B						
A	EMISSIONE		GEN 2019	F. MORLANDO	G.D.MALGERI	V.MARZI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>QUADRO PROGRAMMATICO</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>QUADRO FINANZIARIO</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>IL SISTEMA TANGENZIALE NEGLI STRUMENTI DI GOVERNO DEL TERRITORIO</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARATTERI DEL CONTESTO PAESAGGISTICO</b>	<b>8</b>
6.1	METODOLOGIA DI ANALISI	8
6.2	CARATTERI ED ELEMENTI DEL PAESAGGIO	9
6.3	PARTICOLARI ELEMENTI RICORRENTI E CARATTERIZZANTI IL CONTESTO	12
<b>7</b>	<b>QUADRO PROGETTUALE</b>	<b>13</b>
7.1	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA	13
7.2	PRECEDENTI LIVELLI DELLA PROGETTAZIONE	14
7.3	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA	15
7.3.1	DESCRIZIONE TRACCIATO	15
7.3.2	INTERSEZIONI	24
7.3.3	SEZIONE STRADALE DI RIFERIMENTO	24
7.3.4	PAVIMENTAZIONE STRADALE	25
7.3.5	BARRIERE DI SICUREZZA	27
7.3.6	OPERE D'ARTE PRINCIPALI	28
7.3.7	OPERE D'ARTE MINORI	38
7.3.9	GEOLOGIA	39
7.3.9.1	Indagini geognostiche	39
7.3.9.2	Schema geomorfologico	39
7.3.9.3	Successione stratigrafica e unità geologiche	41
7.3.9.4	Schema idrogeologico	43
7.3.10	GEOTECNICA	45
7.3.10.1	Verifica dei rilevati	49
7.3.11	IDRAULICA	51
7.3.12	SISMICA	53
7.3.13	IMPIANTI TECNOLOGICI	53
7.3.13.1	Illuminazione delle intersezioni a raso	54
7.3.13.2	Illuminazione delle intersezioni a rotatoria	54
7.3.13.3	Impianti elettrici	54
<b>7.4</b>	<b>MITIGAZIONI AMBIENTALI</b>	<b>54</b>
7.4.1	INTERVENTI DI MITIGAZIONE – OPERE A VERDE	54
7.4.2	INTERVENTI DI RIPRISTINO E SISTEMAZIONE AMBIENTALE E CANTIERIZZAZIONE	56
7.4.3	INTERVENTI DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE	58
7.4.4	MITIGAZIONE ACUSTICA	61
7.4.5	INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DELLA FAUNA	62
7.5	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	63
<b>8</b>	<b>QUADRO ECONOMICO</b>	<b>65</b>
<b>9</b>	<b>CRONOPROGRAMMA</b>	<b>66</b>

## 1 PREMESSA

L'intervento oggetto della presente relazione riguarda il **progetto definitivo del Sistema Tangenziale di Lucca – Viabilità Est di Lucca – 1° Stralcio funzionale**, di estensione complessiva pari a circa 11,96 km, costituito dall'adeguamento di parte della viabilità esistente e dalla realizzazione di nuovi tratti di stradali. L'immagine di seguito riportata mostra come l'opera di progetto si inserisca nel quadro più ampio degli interventi previsti per la realizzazione del Sistema Tangenziale di Lucca, di estensione complessiva pari a circa 30 km.



*Figura 1 – Sistema Tangenziale di Lucca*

La richiesta di una nuova infrastruttura nasce dall'esigenza di potenziare il sistema viabilistico della piana in cui sorge la città di Lucca, in particolare lungo le direttrici Nord-Est e Ovest-Est, garantendo il collegamento del centro abitato e della S.S. 12 "dell'Abetone e del Brennero" con l'autostrada A11 al casello del Frizzone. Ad oggi, infatti, la situazione della viabilità appare critica anche alla luce del coinvolgimento dei flussi veicolari provenienti dai comuni limitrofi, fra i quali Capannori, Porcari e Altopascio. In particolare, i traffici provenienti da Nord e diretti verso la citata autostrada sono convogliati sulla S.S. 12, strada a singola corsia per senso di marcia, che, in prossimità della città di Lucca, si innesta sulla Circonvallazione, attraverso la quale è possibile raggiungere le diverse destinazioni limitrofe all'abitato di Lucca. Tuttavia, sulla Circonvallazione affluisce anche tutto il traffico in ingresso e in uscita dalla città di Lucca, generando una commistione di traffico pesante e leggero e la conseguente congestione della circolazione veicolare. Tale fenomeno ha comportato un notevole aumento del traffico pesante indirizzato a Nord del territorio lucchese, che in parte è stato anche agevolato dalla costruzione di alcune infrastrutture in variante eseguite dalla Provincia di Lucca.

Alla luce delle problematiche evidenziate, il sistema tangenziale in progetto è stato concepito in armonia con l'inserimento delle nuove infrastrutture nella rete stradale esistente e non come mero strumento di by-pass urbano. Infatti, considerando i collegamenti con la viabilità a monte e a valle dell'area urbana/suburbana di Lucca, esso raggiunge efficacemente l'obiettivo di allontanare i flussi veicolari di attra-

versamento dell'area urbana, in generale, e dal centro storico, in particolare, soprattutto per quanto concerne il trasporto merci.

Pertanto, l'itinerario di cui al presente 1° stralcio funzionale si conferma, infatti, strategico per il collegamento diretto tra la SS 12 e l'autostrada A11 in località Frizzone.

Il tracciato si compone di tre distinti assi stradali, con sezione appartenente alla categoria C1, (extraurbana secondaria) secondo il disposto del D.M. 05/11/2001.

Detti assi, che confluiscono in località Antraccoli, dove è stato previsto un sistema di due rotatorie contigue, si diramano in direzione Nord (asse Nord-Sud), in direzione Ovest (asse Ovest-Est) e in direzione Est (asse Est-Ovest), per un'estensione longitudinale complessiva di circa 12 km così suddivisi:

- Asse Nord-Sud, che si connette a Nord con la S.S. 12 e a Sud con la nuova "rotatoria Antraccoli Est", nell'omonima località, per uno sviluppo totale di circa 5,67 km;
- Asse Ovest-Est, che dalla nuova "rotatoria Antraccoli Ovest", procedendo in direzione Sud lungo la S.P. "Madonnina", si dirama in direzione Ovest (Lucca centro) fino a collegarsi con la nuova rotatoria Ospedale S. Luca, per uno sviluppo totale di circa 1,65 Km;
- Asse Est-Ovest, ottenuto principalmente mediante l'adeguamento della viabilità esistente, che dalla nuova intersezione "rotatoria Antraccoli Est" si sviluppa in direzione Est verso il nuovo casello di Capannori in località Frizzone, per uno sviluppo totale di circa 4,64 Km.

## 2 APPROCCIO METODOLOGICO

Nel corso della redazione del progetto definitivo è stato applicato un approccio metodologico che tiene conto della *mission* aziendale in tema di **sostenibilità ambientale**, nonché della sensibilità maturata nel lungo processo di progettazione preliminare, per cui la **strada** non è vista come un'opera specialistica indipendente, ma **come un elemento di costruzione del paesaggio**.

Infatti, con l'obiettivo di ricercare costantemente un punto di equilibrio tra lo sviluppo della nuova infrastruttura e la tutela ambientale, lo sforzo compiuto dal gruppo di progettazione è stato rivolto ad **ottimizzare il progetto** non solo per quanto riguarda intersezioni e geometrie stradali, ma anche sulla base degli esiti di un'attenta analisi del contesto ambientale e paesaggistico individuando gli elementi strutturali il processo di riorganizzazione della rete infrastrutturale.

Le modifiche e le migliorie sono volte all'ottimizzazione delle caratteristiche funzionali dell'opera, per mezzo di un processo di **progettazione integrata** nel corso del quale sono state ricercate soluzioni contestualizzate che non si limitano esclusivamente a recepire le prescrizioni di cui alla Delibera CIPE del 10/08/2016, pubblicata nella G.U. n. 69 del 23/03/2017 di approvazione del progetto preliminare, ma tendono alla salvaguardia ambientale e alla caratterizzazione della strada nello specifico contesto paesaggistico. Per un maggiore approfondimento delle tematiche qui accennate, si rimanda ai contenuti dell'elaborato T00IA36AMBRE01\_A - Relazione Paesaggistica.

### 3 QUADRO PROGRAMMATICO

Prima di illustrare l'iter procedurale della proposta progettuale di Anas è importante ripercorrere brevemente la genesi del Sistema Tangenziale di Lucca, che trae le sue origini dalla proposta di assetto infrastrutturale viario contenuta nel primo Piano Intercomunale Urbanistico. La planimetria sottostante mostra un'ipotesi di assetto infrastrutturale della Piana di Lucca elaborata alla fine degli anni Settanta del secolo scorso, dal comprensorio della Piana costituito per associazione volontaria dei Comuni.

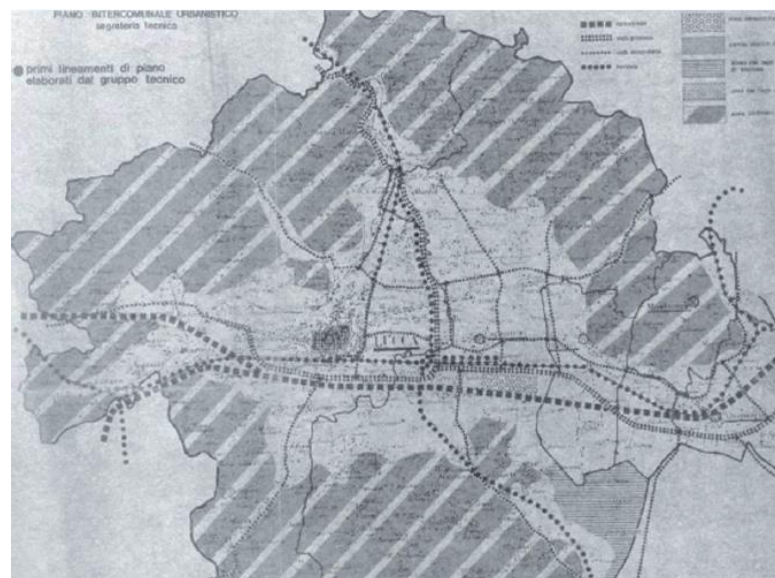


Figura 2 Stralcio del Piano Intercomunale Urbanistico (1980 circa)

Per il suo assetto economico e territoriale, caratterizzato da una numerosa serie di agglomerati con diverse funzioni, che in quegli anni andava ad assumere la conformazione di una vera e propria conurbazione e in quel contesto diventava di importanza rilevante il coordinamento e integrazione dei diversi assetti per un nuovo sistema della mobilità. Esigenza che ancora persiste soprattutto in considerazione dell'urbanizzazione degli ultimi anni e dei volumi di traffico.

Con l'obiettivo di meglio descrivere il *processo* che ha portato all'elaborazione del progetto definitivo e la relativa distinzione dell'intervento in stralci funzionali, di seguito si riportano i passaggi fondamentali che hanno scandito nel tempo l'avanzamento del progetto "Sistema Tangenziale di Lucca":

1. Delibera n. 121 del 21/12/2001 (G.U. n. 51/2002 – supplemento ordinario), con la quale il CIPE ha approvato il primo Programma delle infrastrutture strategiche, che in allegato riporta l'infrastruttura "Modena – Lucca" nell'ambito dei sistemi stradali e autostradali del "Corridoio Plurimodale dorsale centrale".
2. Deliberazione n. 76 del 16/06/2005 con cui il Consiglio di Amministrazione di ANAS S.p.A. approva il **progetto preliminare** e lo **studio di impatto ambientale**, il quale comprendeva un Sistema Tangenziale comprensivo di Tangenziale Ovest e Tangenziale Est (tale progetto preliminare in-

- tendeva realizzare il progetto risalente al 1987, noto come SALT 1, elaborato dalla società autostradale).
3. Avvio procedure di Legge Obiettivo su l progetto preliminare, trasmesso in data 21/05/2005.
  4. La Regione Toscana, con Deliberazione di Giunta Regionale n. 1020 del 17/10/2005, ha espresso parere contrario al conseguimento dell'intesa sulla localizzazione dell'opera, in particolare per la Tangenziale Ovest. Mentre gli interventi relativi alla Tangenziale Est, comprensivi dell'asse Est-Ovest, sono stati ritenuti meritevoli di interesse, demandando ad approfondimenti successivi per meglio adattare l'intervento alle caratteristiche dei luoghi.
  5. La Commissione Speciale VIA, in data 28/03/2006, ha espresso un **parere di compatibilità ambientale limitatamente alle tratte della Tangenziale Est, denominate asse Nord-Sud, asse Est-Ovest, asse Ovest-Est**. Parere confermato nell'ambito del ricorso al TAR con dispositivo n. 400/06 del 14/12/2006.
  6. Al fine di approfondire l'inserimento dell'intervento nel contesto, il 06/08/2008 viene sottoscritta l'intesa fra la Provincia di Lucca, i Comuni di Lucca, Capannori, Porcari, Altopascio, nonché la Camera di Commercio e l'Associazione industriali di Lucca.
  7. Nel 2009 il MIT, la Regione Toscana, la Provincia di Lucca e l'ANAS stabiliscono di procedere ad una **nuova progettazione preliminare della sola Tangenziale Est**, tenendo conto della serie di prescrizioni già emesse dagli Enti Locali.
  8. Il 22/01/2010 viene firmato l'atto aggiuntivo all'Intesa Generale quadro tra Governo e Regione Toscana per il potenziamento dei valichi appenninici, tra cui la viabilità ad Est dell'abitato di Lucca.
  9. Il 14/04/2011 è stato stipulato un Protocollo d'Intesa tra il MIT, la Regione Toscana, la Provincia di Lucca, il Comune di Lucca, il Comune di Capannori ed ANAS S.p.A. finalizzato alla progettazione e realizzazione della viabilità Est di Lucca. Inoltre, si istituisce il Comitato Tecnico in cui sono presenti: MIT, ANAS, Provincia di Lucca, Comuni di Altopascio, Capannori, Lucca e Porcari.
  10. Il 04/07/2012 è stato redatto da ANAS S.p.A. il "Documento preliminare all'avvio della Progettazione", con lo scopo di definire gli elementi fondamentali del progetto stradale. Pertanto, è stato necessario procedere ad una modifica della progettazione preliminare e dello studio di impatto ambientale del progetto del "Sistema Tangenziale di Lucca - Viabilità Est di Lucca" redatto nel 2005, stralciando la parte relativa alla Tangenziale Ovest.
  11. La Legge della Regione Toscana n. 77/2013 ha previsto la copertura di parte del 1° stralcio funzionale per 17M€.

12. **Delibera n. 26 1/08/2014** (supplemento alla G.U. n. 3 del 2015), con la quale **il CIPE ha espresso parere sull'XI Allegato infrastrutture al DEF 2013**, che include, nella *"tabella 0 Programma infrastrutture strategiche"*, l'intervento *"Sistema tangenziale Est di Lucca: SS12 Toscana – Viabilità Est di Lucca inclusi i collegamenti fra Ponte a Moriano e i caselli dell'A11 del Frizzone e di Lucca Est"* nell'ambito dell'infrastruttura *"Nuova tratta Modena-Lucca (A1-A22)"*.
13. Il Contratto di Programma ANAS – MIT 2014, il cui Decreto Interministeriale del 31/12/2014, registrato il 13/02/2015, ha previsto per l'opera un finanziamento di 62,97 M€.
14. **Con Delibera del 10/08/2016**, pubblicata nella G.U. n. 69 del 23/03/2017, **il CIPE ha approvato il progetto preliminare Viabilità Est di Lucca del 1° lotto funzionale e rinviato a nuova istruttoria il 2° lotto funzionale** (la suddivisione del Sistema Tangenziale di Lucca – Viabilità Est in lotti funzionali verrà meglio esplicitata nei successivi paragrafi).
15. Il Contratto di Programma ANAS – MIT 2016-2020 conferma la totale copertura del solo 1° stralcio funzionale di costo complessivo pari a 83,16 M€ (di cui 62,97 M€ finanziati con risorse del Contratto di Programma MIT/ANAS 2014, 17 M€ a valere su fondi regionali di cui alla L.R. 77/2013 e 3,19 M€ con risorse del Contratto di programma 2016-2020).

Le aree interessate dal presente stralcio ricadono nei territori comunali di Lucca e Capannori nella Regione Toscana.

#### 4 QUADRO FINANZIARIO

L'intervento complessivo ha un costo pari a € 110.852.264,61 ed è inserito nel Contratto di Programma Anas-MIT 2016/2020 per un importo pari a € 83,16 M€.

I finanziamenti per la realizzazione sono così ripartiti:

- Contratto di Programma Anas 2014, per un importo di 62,97 M€
- Regione Toscana L.R. 77/2013, per un importo di 17 M€;
- Contratto di programma Anas 2016-2020, per un importo di 3,19 M€.

Gli ulteriori finanziamenti di 27,69 M€ sono stati inseriti nel Fondo Infrastrutture, previsto per il prossimo aggiornamento del Contratto di Programma con il Ministero delle Infrastrutture.

#### 5 IL SISTEMA TANGENZIALE NEGLI STRUMENTI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L'amministrazione provinciale di Lucca a seguito delle necessità evidenziate nella Delibera della Giunta Regionale Toscana n. 1020 del 17 ottobre 2005, ha effettuato – di concerto con gli altri Enti locali territorialmente interessanti – importanti studi e analisi ambientali, volti alla definizione di indirizzi progettuali e linee guida alla progettazione degli assi viari.

Il percorso operativo adottato dalla Provincia è stato *fondato su accordi istituzionali, intere e tavoli tecnico-politici ed è orientato a superare l'approccio settoriale della progettazione ingegneristica, delle infrastrutture, per giungere alla definizione di indirizzi progettuali atti a costruire un "progetto di territorio" concertato, nel tentativo di ridurre il rischio drosscapes facilmente indotto da una linea astrattamente sovrapposta al territorio.*<sup>1</sup>

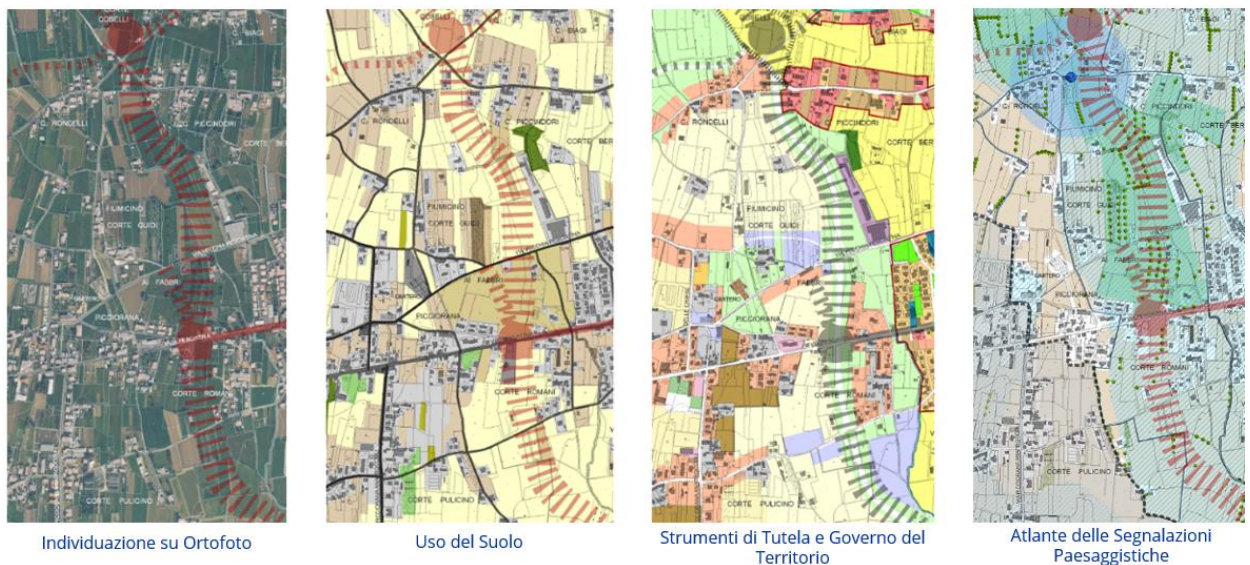


Figura 3 Esempio di Studi e Analisi condotte dalla Provincia.



Per la **valutazione delle trasformazioni** sono state elaborate delle *matrici* per l'individuazione delle criticità e dei potenziali impatti, definendo poi degli elementi migliorativi e ipotesi alternative con l'indicazione di vere e proprie soluzioni alle specifiche problematiche emerse in fase di analisi.

Sono state poi individuate le **regole per la trasformazione**, confluite in una serie di linee guida, contenenti le azioni da intraprendere anche sotto forma di abaco ragionato, che suggerisce soluzioni progettuali **compatibili** con il contesto territoriale di riferimento.

L'elaborato T00IA36AMBRE01\_A "Relazione paesaggistica" contiene l'analisi dettagliata di tutti gli strumenti di **governo del territorio**. In questa sede si è scelto di riportare una tabella di estrema sintesi al fine di evidenziare quanto gli strumenti urbanistici dei Comuni di Capannori e Lucca abbiano nel tempo recepito progetto e tracciato dei nuovi assi viari.

<sup>1</sup> Infrastrutture viarie e paesaggio. Dal progetto al piano al progetto, in Fare Paesaggio: dalla pianificazione di area vasta all'operatività locale.



	 <p>Comune di Capannori</p>	 <p>Comune di Lucca</p>
Piano Strutturale	<p>Definisce un progetto complessivo del sistema infrastrutturale e della mobilità di interesse sovracomunale in particolare in accordo con gli altri Comuni della Piana e gli altri Enti Interessati.</p> <p>Il Piano riconosce la delicatezza del tema e la difficoltà nel ricercare un tracciato nella piana in cui è difficile individuare spazi liberi.</p> <p>Lo strumento propone il «<i>superamento delle logiche localistiche che guardano al semplice ambito della frazione, definendo un sistema articolato a rete</i>».</p> <p>L'obiettivo specifico è la <b>razionalizzazione del sistema infrastrutturale</b> con un sistema viario costituito da: una <i>maglia viaria di 1° livello</i>; dalla <i>viabilità di nuova previsione</i> (tra cui la quota parte di Tangenziale) e da una <i>maglia viaria di II° livello</i> composta da strade locali.</p>	<p><b>_dal Quadro Propositivo</b></p> <p>La Viabilità Est del Sistema Tangenziale di Lucca viene classificata "D" ovvero <u>localizzazioni in territorio rurale oggetto di copianificazione</u>. Si tratta di <u>determinazioni spaziali finalizzate a previsioni</u>, azioni ed interventi per l'individuazione di nuove infrastrutture viarie di ruolo e livello sovralocale.</p> <p>Viene infatti individuato il «<i>corridoio di salvaguardia infrastrutturale e fascia di tutela assoluta per lo sviluppo del progetto concernente i nuovi assi viari nord-sud, ovest-est ed est-ovest e i relativi snodi di interconnessione</i>».</p>
Regolamento Urbanistico	<p>Definita «<i>Viabilità di interesse comprensoriale</i>», viene trattato il "Sistema Tangenziale di Lucca... confermando le salvaguardie già presenti nella precedente variante del 2009 al fine di poter dare futura attuazione alle indicazioni strategiche in materia di infrastrutture, <b>individuando nella variante generale al R.U. fasce di territorio all'interno delle quali sia esclusa ogni possibilità di nuove edificazione, di ampliamento, di ristrutturazione urbanistica o di mutamento della destinazione d'uso</b>".</p>	<p>Riconosce la necessità di realizzare un <b>telaio infrastrutturale che si sovrapponga al sistema radiocentrico attuale</b> convergente sul capoluogo di Lucca, <b>sottraendogli i flussi di attraversamento ed il traffico pesante</b>.</p> <p>E' interessante sottolineare come a ridosso del futuro asse stradale, in ambito agricolo, sono comunque state localizzate aree per l'edificazione di spazi e attrezzature d'interesse generale (art. 131 NTA).</p>

## 6 ANALISI DEI CARATTERI DEL CONTESTO PAESAGGISTICO

### 6.1 METODOLOGIA DI ANALISI

Il paragrafo illustra la **metodologia** con la quale, in base alle analisi e sopralluoghi condotti, si è provveduto alla **caratterizzazione dell'ambito di paesaggio** su cui insiste l'opera. Tale caratterizzazione è funzionale alla valutazione delle modifiche allo stato dei luoghi che l'opera potrebbe comportare.

L'obiettivo che si vuole perseguire è la ricerca delle condizioni di garanzia al fine di conservare gli elementi determinanti la **Qualità del Paesaggio**, nonché individuare opportune opere e misure volte ad innescare processi di riequilibrio soprattutto nei punti maggiormente delicati e sensibili per interferenza e conflittualità.

L'approccio metodologico prevede un'analisi del paesaggio distinta in tre fasi:

- Lettura del contesto d'indagine;
- Analisi dei principali caratteri ed elementi del paesaggio;
- Caratterizzazione percettiva: struttura visiva dell'ambito paesaggistico di riferimento e componenti della percezione visiva dell'Opera e dall'Opera;

Al termine delle analisi suddette sono state analizzate le potenziali interferenze indotte dall'intervento, sia rispetto al nuovo tracciato che alle opere d'arte ad esso connesse, individuando i possibili interventi di mitigazione e di compensazione.

Nella fase d'analisi morfologica dell'area è stata effettuata la rilevazione della *forma del territorio* attraverso l'individuazione degli elementi e delle componenti, che staticamente e dinamicamente la definiscono. La ricomposizione di tali elementi in *unità di paesaggio* ha permesso di definirne il ruolo nella struttura funzionale e percepita dell'ambito.

L'obiettivo principale di quest'analisi è, infatti, quello di comprendere i meccanismi di formazione e trasformazione della struttura territoriale e dei suoi caratteri tipo-morfologici e, nello stesso tempo, di leggere le diverse preesistenze e persistenze, nel contesto di un quadro d'interdipendenze morfologiche e funzionali. Il suo risultato è la ricostruzione del processo di *strutturazione antropica del territorio* che, permettendo di riconoscere i caratteri organizzativi attuali e gli assetti futuri. Non è detto, tuttavia, che l'introduzione di un nuovo elemento nel quadro percepito debba essere considerato sempre un fattore negativo.

## 6.2 CARATTERI ED ELEMENTI DEL PAESAGGIO

Il nuovo intervento stradale si inserisce in un territorio fortemente antropizzato e caratterizzato da un'urbanizzazione, strutturata generalmente lungo la viabilità o in sistemi isolati spesso di origine storica. Nell'elaborato T00IA36AMBRE01\_A "Relazione paesaggistica" sono stati descritti nel dettaglio i diversi **ambiti di paesaggio** attraversati dal tracciato stradale, a supporto di detta relazione è stato predisposto anche un documento descrittivo che riporta le immagini dei recenti sopralluoghi necessari per approfondire la conoscenza del territorio.

A titolo esemplificativo, nel seguito si riporta l'analisi di una parte di territorio afferente l'asse nord-sud in prossimità della linea ferroviaria nei pressi di San Pietro a Vico, mentre nella relazione sopra indicata è possibile approfondire il tema del paesaggio e l'evidenza dei diversi elementi caratterizzanti il contesto su cui i diversi assi si inseriscono.

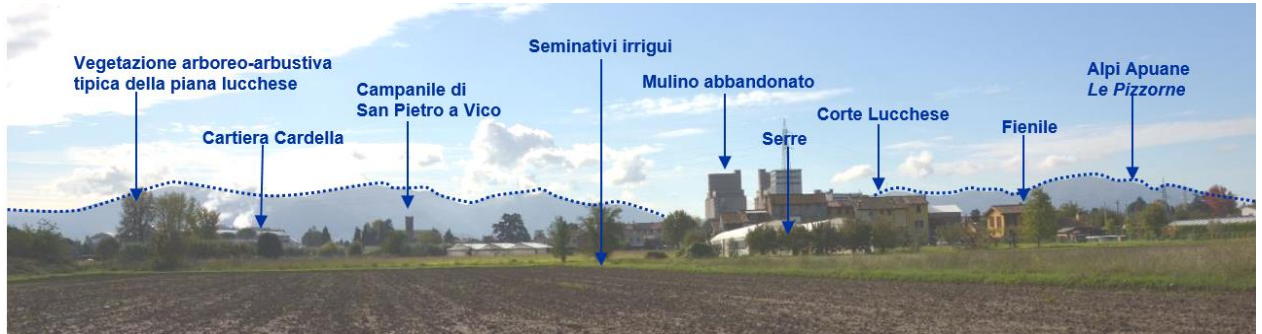


Figura 4 Esempio di studio del paesaggio (asse Nord-Sud) scatto da via delle Piagge II.

Il tracciato di progetto prende origine, in località San Pietro a Vico, con una rotonda posta al Km 2+217 del tratto di Adeguamento SS12 (Km 29+000 della S.S.12 esistente). L'ambito territoriale pianeggiante, prossimo al Serchio, è caratterizzato dalla S.S. 12 dell'Abetone e del Brennero e la ferrovia che da Lucca raggiunge Aulla. Il tracciato si localizza in un contesto fortemente antropizzato, con funzioni produttive, aree agricole frammentate da residenze disposte lungo una maglia viaria locale frammentata e non gerarchizzata. La S.S. 12, nel suo tratto in rettilineo, offre un'ampia apertura sul paesaggio circostante, **alla quinta scenografica delle Alpi si frappongono e stagliano i grandi impianti produttivi molitori (alcuni abbandonati) e grandi cartiere nonché la rarefazione del sistema insediativo**. Lungo la S.S. 12, nel tratto precedente la futura rotonda, è presente un'opera analoga esistente: la rotonda di collegamento della S.S. 12 con *via dell'Acqua Calda*, sulla quale si concentra il traffico pesante che attraversa trasversalmente l'ambito per raggiungere il grande impianto molitorio di San Pietro a Vico e/o la cartiera.

Lo schema condensa e riporta graficamente gli esiti di un'attenta indagine sugli elementi propri della percezione, condotta in campo e per mezzo di sopralluoghi, elaborando eidotipi e schizzi, leggendo ed interpretando alle diverse scale Carte e Piani.

L'analisi è stata condotta attraverso l'individuazione in primis dei *contesti* morfologici articolati e strutturali dell'area vasta di riferimento. La caratterizzazione degli elementi morfo-strutturali è stata funzionale alla valutazione del livello di sensibilità percettiva dell'ambito, nonché alla definizione dell'area di diretta visibilità dell'infrastruttura.

Sono stati definiti i seguenti elementi:

- ricettori di tipo statico - elementi edilizi isolati;
- ricettori di tipo dinamico - le infrastrutture viarie o le ferroviarie;
- le visuali privilegiate;
- gli elementi detrattori (aree industriali);
- le barriere visive (aree edificate prevalentemente residenziali, le aree boscate, quando interposti tra i coni visivi degli assi dinamici e la nuova infrastruttura).

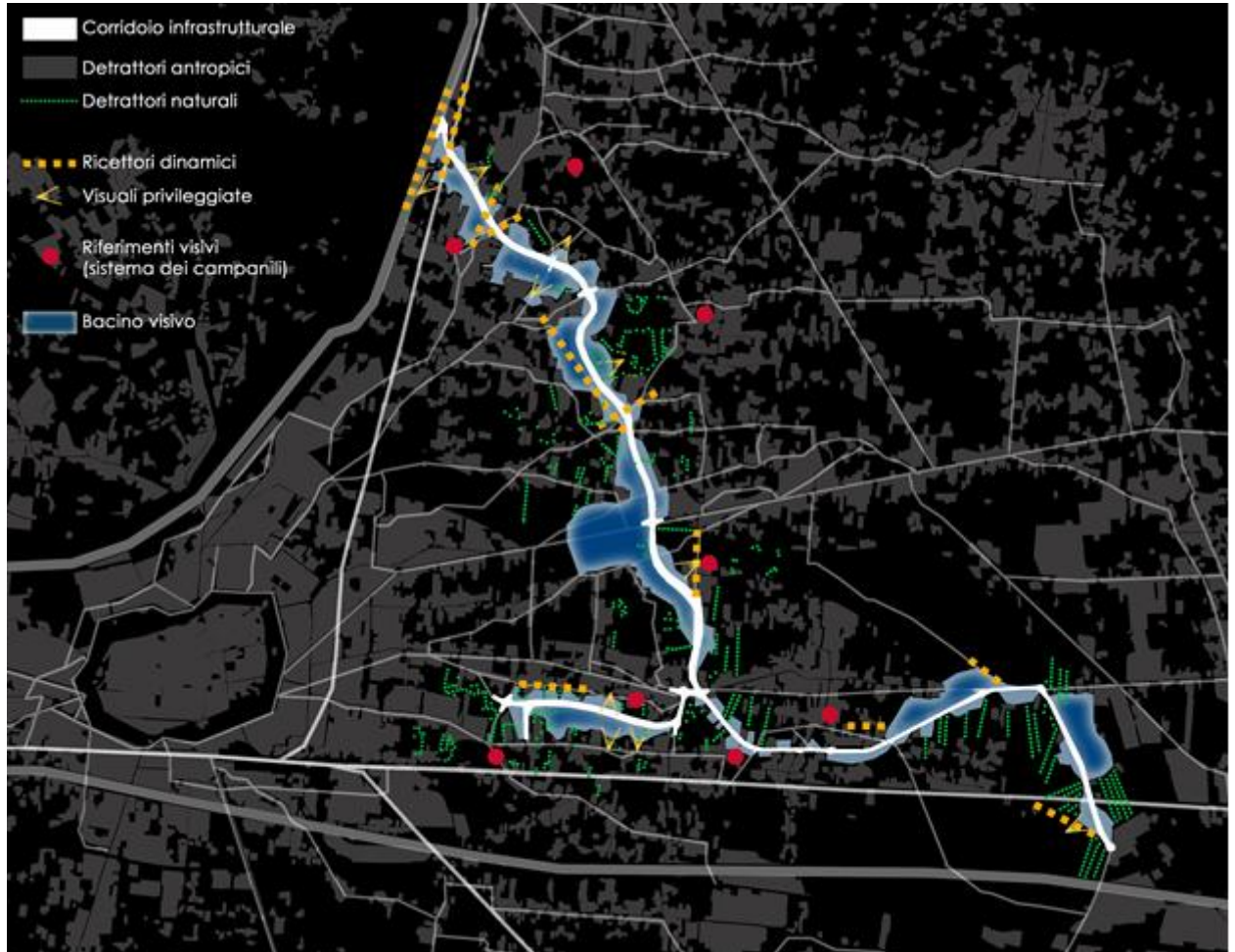


Figura 5 Schema dei caratteri e componenti della percezione visiva.



Area agricola nei pressi di Corte Quilici (via delle Piagge II)      Cartiera in ambito San Pietro a Vico (via per Marlia)

Figura 6 Esempi di Schizzi dei caratteri del contesto elaborati durante la campagna di sopralluoghi.

Il sopralluogo è stato l'occasione per passare dalle carte alla verifica della reale visibilità e percezione; inoltre, sono stati elaborati *schizzi* e rappresentazioni del contesto, semplificandone gli elementi.

### 6.3 PARTICOLARI ELEMENTI RICORRENTI E CARATTERIZZANTI IL CONTESTO

Le risultanze dei vari sopralluoghi e l'attenta analisi dei caratteri del territorio, hanno evidenziato degli **elementi che determinano una forte riconoscibilità** dei luoghi. Si tratta di elementi **che ricorrono con frequenza**, come:

- il paramento laterizio dei fienili delle tipiche *corti lucchesi*;
- il sistema dei campanili e delle chiese della piana.

Il paramento ricorre frequentemente in tutta la piana, negli ambiti oggi urbani o periurbani risulta "fagocitato" dall'incremento edilizio. Presentandosi in diverse tipologie, resta l'elemento riconoscibile anche in quei volumi edilizi che hanno subito un cambio di destinazione d'uso.

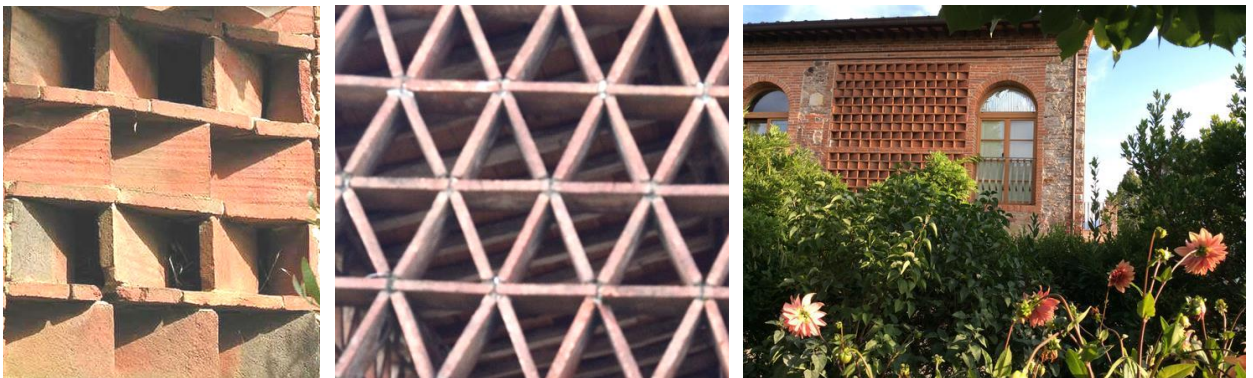


Figura 7 Particolari dei paramenti esterni dei fienili delle Corti Lucchesi. La terza immagine mostra è un esempio di come i frequenti cambi di destinazione d'uso abbiano comunque mantenuto l'elemento caratteristico e caratterizzante questi edifici a supporto dell'attività agricola.

L'evoluzione storica dell'ambito territoriale in cui s'inserisce la nuova opera stradale, è segnato dal sistema delle chiese lungo le vie radiali, ognuna con il suo diverso campanile, chiesa e cimitero.

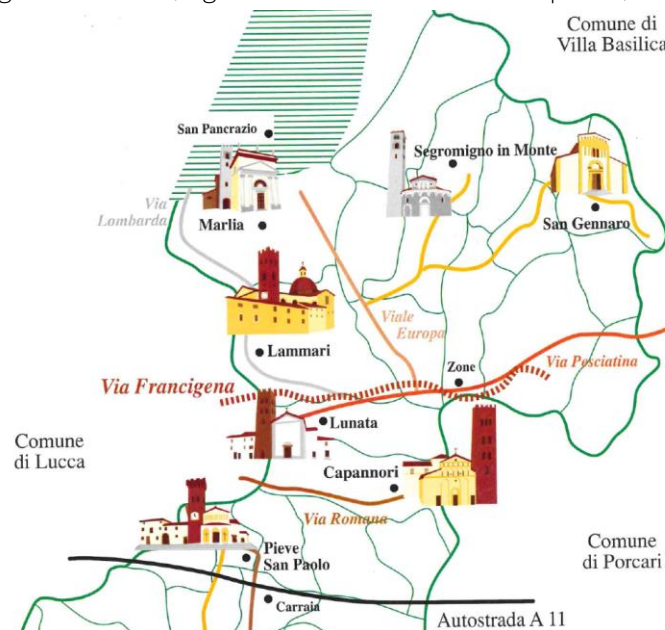


Figura 8 Schema del sistema delle chiese e dei campanili di Capannori.

Il percorso del Sistema Tangenziale va ad inserirsi in questo **sistema di chiese e campanili**, ponendosi spesso in posizione elevata rispetto all'attuale quota di campagna, di conseguenza sarà possibile tra-guardare la rete dei campanili, oggi pressoché invisibile causa l'indifferenziato e articolato sistema in-se-diativo tipico dello *sprawl* periurbano.

## 7 QUADRO PROGETTUALE

### 7.1 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA

Come accennato nei paragrafi precedenti, il sistema tangenziale in progetto si compone dei tre assi di-stinti (Nord-Sud, Ovest-Est ed Est-Ovest) rappresentati schematicamente nella figura di seguito proposta e di cui se ne sintetizzano, a seguire, le principali caratteristiche. I tre assi saranno realizzati con sezione di categoria extraurbana secondaria "C1" di cui al D.M. 05/11/2001.

L'asse Nord-Sud, con uno sviluppo planimetrico di circa 4,64 km, si diparte dalla S.S. 12 a Nord, median-te la realizzazione di una nuova rotatoria, e prosegue in direzione Sud verso la località Antraccoli in cui termina con la rotatoria Antraccoli Est in progetto. Lungo lo sviluppo dell'asse in questione si prevede la realizzazione:

- di n.2 rotatorie intermedie per la gestione di altrettante intersezioni con viabilità esistenti, rota-toria Ville e Pesciatina;
- di n.2 viadotti, entrambi di sviluppo complessivo pari a 240 m, uno per lo scavalco della linea fer-roviana "Lucca-Aulla" ed un altro per il superamento della Via dell'Acqua Calda.

L'asse Ovest-Est, di lunghezza complessiva pari a circa 1,8 km, si compone di due tratti distinti. Il primo che dalla rotatoria Antraccoli Ovest, di nuova realizzazione, prosegue verso Sud fino alla rotatoria di in-tersezione con la S.P. Madonnina, per uno sviluppo di circa 230 m. Il secondo tratto, invece, dipartendo-si da quest'ultima rotatoria prosegue in direzione Ovest (verso il centro dell'abitato di Lucca) fino a colle-garsi con un'ulteriore nuova rotatoria in prossima dell'Ospedale S. Luca. Lungo lo sviluppo del secondo tratto si prevede la realizzazione del nuovo viadotto Ozzoretto, per una lunghezza complessiva di 370 m, per il superamento dell'omonimo canale, in sostituzione del tombino idraulico previsto dal progetto pre-liminare.

Il terzo e ultimo asse del sistema tangenziale in progetto è l'Est-Ovest, ottenuto principalmente median-te l'adeguamento della viabilità esistente. In particolare, lungo i primi tre chilometri viene ripercorsa l'attuale S.P. Romana, partendo dalla rotatoria Est di Antraccoli, proseguendo in direzione Est ed inne-standosi su via del Frizzone tramite l'esistente rotatoria nota come rotatoria Romana. Il tratto successi-vo, invece, prosegue in direzione Sud, ricalcando in parte la via sopracitata ed innestandosi sull'esistente rotatoria del Frizzone, dopo il superamento dell'omonimo torrente con un cavalcavia di nuova realizza-zione di 515 m di sviluppo complessivo.

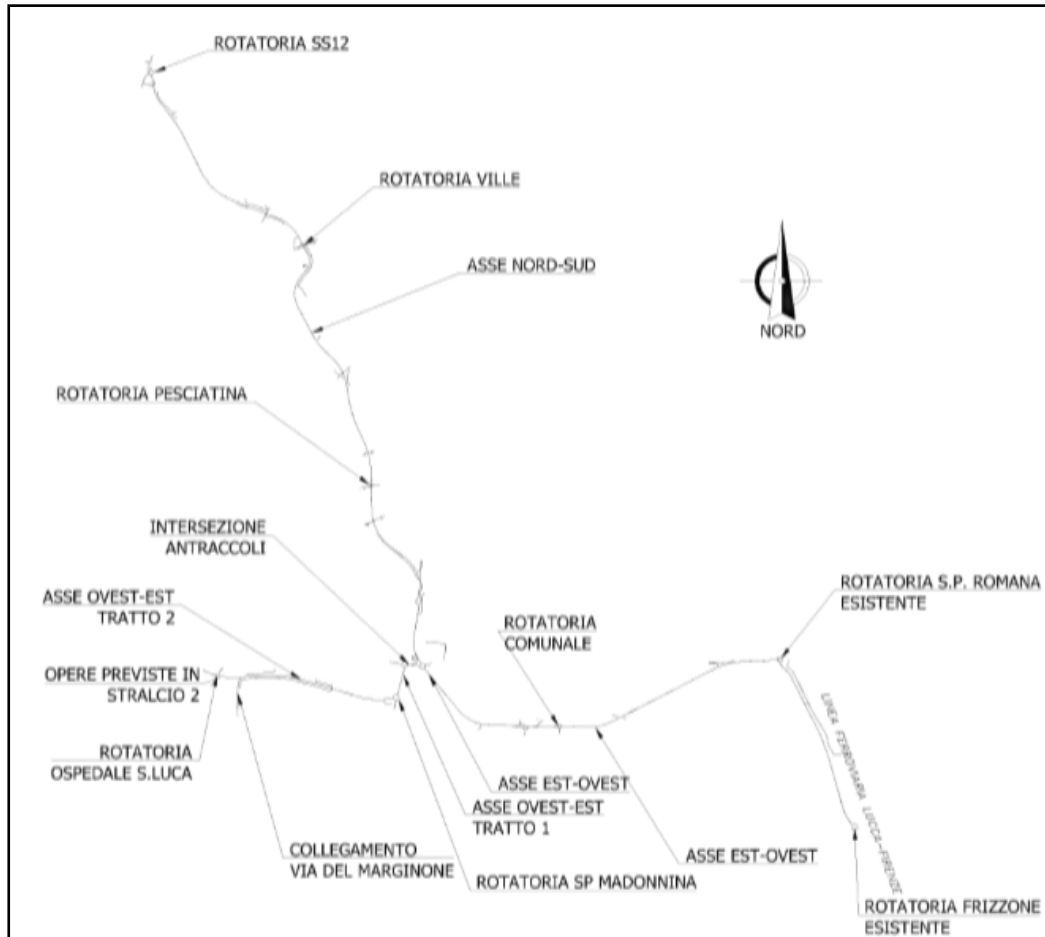


Figura 9. Schema degli assi del sistema tangenziale in progetto

## 7.2 PRECEDENTI LIVELLI DELLA PROGETTAZIONE

L'intero progetto del sistema tangenziale di Lucca prevede un riassetto della rete stradale costituito in parte da tratti nuovi, in parte dall'adeguamento di tratti esistenti a due corsie e, in altra parte, da opere connesse e complementari alla tangenziale stessa, per un'estensione di circa 30 km. Nel dettaglio, l'intervento, nel suo complesso, comprende:

1. l'Asse Nord-Sud, con un'estensione di 5,14 km, che si connette a Nord con la S.S.12 dell'Abetone e del Brennero in località Tacchini e a Sud con la S.P.23 Romana in località Antraccoli;
2. l'Asse Est-Ovest, con estensione di 4,33 km e che si sviluppa in direzione Est verso il nuovo casello autostradale di Capannori sull'autostrada A11 Firenze-Pisa in località Frizzone;
3. l'Asse Ovest-Est, di collegamento tra il casello di Lucca Est e la nuova intersezione di Antraccoli, con uno sviluppo di 6,08 km;
4. l'Adeguamento della S.S.12, avente uno sviluppo totale di 3,72 km, di collegamento tra il ponte esistente sul fiume Serchio in località Ponte a Moriano ed il nuovo ponte in progetto (non di competenza ANAS S.p.A.) in località Corte Pasquinelli;
5. il Cavalcaferrovia della linea Lucca-Pistoia-Firenze, nell'area «ex scalo merci» di Lucca, avente uno sviluppo di circa 0,6 km, comprensivo del collegamento con la viabilità esistente;

6. l'Opera connessa, rappresentata dalla nuova viabilità di collegamento fra Carraia, il casello del Frizzone (adeguamento di via del Rogio) sull'autostrada A11 ed il collegamento con via di Sottomonte, avente uno sviluppo di 5,86 km;
7. la Circonvallazione di Altopascio, ovvero una nuova viabilità di collegamento tra il casello del Frizzone sull'autostrada A11 e la S.P.3 Bientina Altopascio, avente un'estensione di 5,79 km.

Tutti gli interventi sopra elencati sono stati successivamente suddivisi in due stralci funzionali:

- I. **Primo stralcio, costituito dall'Asse Nord-Sud (n. 1), dall'Asse Est-Ovest (n. 2) e dalla parte dell'Asse Ovest-Est (n. 3) dall'intersezione di Antraccoli fino alla rotatoria di collegamento con l'ospedale «San Luca»;**
- II. Secondo stralcio, che include il completamento dell'Asse Ovest-Est (n. 3) dalla rotatoria di collegamento con l'ospedale «San Luca» fino al casello di Lucca Est dell'A11, l'adeguamento della S.S.12 (n. 4), il cavalcaferrovia della linea Lucca-Pistoia-Firenze (n. 5), l'opera connessa (n. 6) e la circonvallazione di Altopascio (n. 7).

Il II stralcio, è stato a sua volta suddiviso in:

- lotto A (completamento), comprendente gli interventi dell'Asse Ovest-Est (n. 3), dalla rotatoria con l'ospedale fino all'intersezione di Lucca Est compresa;
- lotto B (opere connesse), comprendente i restanti interventi del II stralcio di cui ai numeri 4, 5, 6, 7.

Alla luce di quanto esposto, con pubblicazione in Gazzetta Ufficiale "Serie Generale" n. 69 del 23 marzo 2017 della Delibera n. 38 del 10 agosto 2016, **il CIPE ha approvato il Progetto Preliminare del primo stralcio funzionale** dell'intervento dal titolo "Sistema tangenziale di Lucca – Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti tra Ponte a Moriano e i caselli autostradali dell'A11 del Frizzone e di Lucca Est", rinviando contestualmente a nuova istruttoria il secondo stralcio dell'intervento e subordinando l'approvazione stessa al rispetto del quadro prescrittivo di cui all'Allegato 1 della Delibera.

## 7.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

### 7.3.1 DESCRIZIONE TRACCIATO

#### Asse Nord-Sud

L'asse in oggetto ha inizio nel territorio comunale di Lucca, lungo la S.S. 12 a Nord del centro abitato e poco distante dall'intersezione a rotatoria con viale Europa, distante circa un chilometro in direzione Nord. Il progetto prevede l'inserimento di un'intersezione a rotatoria di diametro esterno pari a 50 m, a tre bracci, tali da accogliere le direttrici Nord e Sud della S.S. 12 e il nuovo asse in progetto. Le rampe d'innesto alla rotatoria in direzione Sud guadagnano rapidamente quota rispetto al piano campagna al fine di consentire il collegamento del rilevato stradale con il viadotto di scavalco della vicina linea ferroviaria Lucca-Aulla, dello sviluppo planimetrico di 240 m.

Il tracciato prosegue in direzione Sud per circa 800 m, superando con un nuovo viadotto di 240 m di lunghezza (cavalcavia dell'Acqua Calda) un insediamento industriale e due viabilità comunali (via per Marlia e via di Molina).

Successivamente, con un'ampia curva sinistrorsa, il tracciato prosegue attraversando la frazione "Corte Tognetti" fino ad attestarsi su via delle Ville Prima tramite un'intersezione a rotatoria di diametro 40 m.



A Sud della nuova rotonda Ville il tracciato costeggia la riserva naturale dei laghetti Isola Bassa, con cui se ne prevede il collegamento tramite apposita viabilità podereale in affiancamento all'asse Nord-Sud con origine su via delle Ville. Dopo aver costeggiato l'area dei laghi, il tracciato si eleva in quota per superare la strada comunale via dei Coselli, per la quale si prevede la realizzazione di un sottovia scatolare, dopodiché prosegue in direzione Sud attraversando la frazione "Picciorana" fino ad intestarsi sulla via Pisciatina-SR435 con una nuova rotonda.

Dopo essersi innestato sulla SR435 il tracciato prosegue in direzione Sud percorrendo un corridoio inedito e riprende quota al fine di attraversare la via dell'Isola, per la quale si prevede il mantenimento del passaggio del traffico ciclopeditone (non veicolare) mediante l'inserimento di un nuovo sottopasso. Tramite un ampio flesso planimetrico (curva in sinistra cui segue una curva in destra) il tracciato si affianca alla via della Madonnina, e in particolare ad un'area di servizio per il rifornimento di carburanti, il cui accesso è garantito dall'inserimento di una viabilità complanare dedicata. Non si è invece ritenuto opportuno mantenere l'accesso alla successiva area di servizio non sussistendo le necessarie condizioni di sicurezza, in particolare a fronte delle caratteristiche plano-altimetriche del nuovo asse stradale e dell'estrema vicinanza tra le citate aree di servizio. L'intersezione con via della Madonnina prevede una corsia di decelerazione per l'uscita e l'ingresso diretto con possibilità di svolta in sinistra.

Il tratto terminale dell'asse Nord-Sud, dopo un breve rettilineo e una curva in sinistra, si intesta sulla nuova intersezione di Antraccoli.

Per ogni corsia di marcia sono state previste piazzole di sosta con passo di 1000 m conformemente a quanto disposto dal D.M. 05/11/2001. In alcuni casi sono state inserite ulteriori piazzole che, oltre ad assolvere alle funzioni di emergenza per l'utenza stradale, accolgono le vasche di prima pioggia favorendo, in tal modo, le relative operazioni di manutenzione straordinaria. In alcuni casi, ove raggiungibili tramite apposite viabilità, sono state previste ulteriori piazzole di sosta, affiancate e in quota al piano viabile ma separate dalle barriere di sicurezza.



Figura 10. Asse Nord-Sud – Planimetria di progetto stralcio 1/3



Figura 11. Asse Nord-Sud – Planimetria di progetto stralcio 2/3

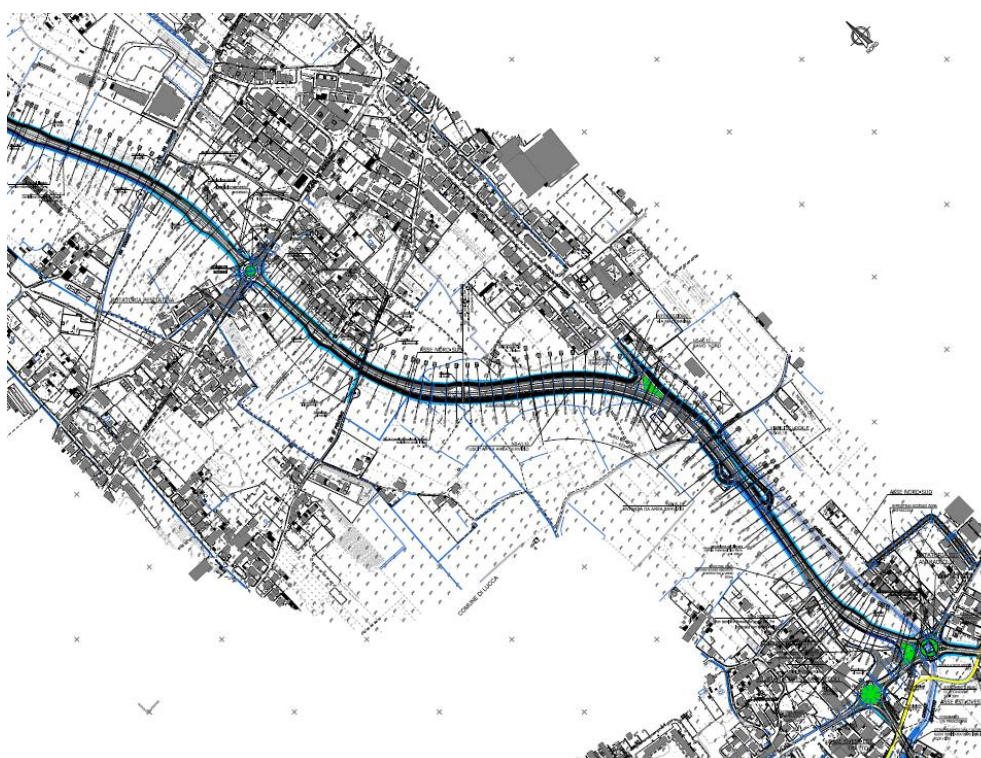


Figura 12. Asse Nord-Sud – Planimetria di progetto stralcio 3/3

### Intersezione Antraccoli

Elemento di particolare criticità è rappresentato dall'intersezione di Antraccoli, che funge da elemento di collegamento fra le tre tratte che compongono il sistema tangenziale in progetto.

Viste le caratteristiche della zona di inserimento dell'intersezione, in termini di grado di urbanizzazione, la presenza del canale Ozzoretto e della vicina via Francigena, lo schema che si è ritenuto perseguibile nell'ambito dello sviluppo del Progetto Definitivo in esame è caratterizzato da **n. 2 rotatorie contigue** (rotatoria Antraccoli Est ed Ovest), che garantisce, da un lato, una generale **razionalizzazione dei flussi veicolari** tramite un'adeguata geometrizzazione dei percorsi e consente, dall'altro, di **effettuare in sicurezza tutte le manovre** consentite nonché una **più immediata percezione dei percorsi fruibili**.

Il progetto prevede altresì la **realizzazione di un ramo di bypass** all'intersezione in esame al fine di evitare il sovraccarico della rotatoria Est da parte del flusso veicolare che procede lungo la direttrice Nord-Sud, migliorando in tal modo la percorribilità del percorso per i mezzi pesanti.

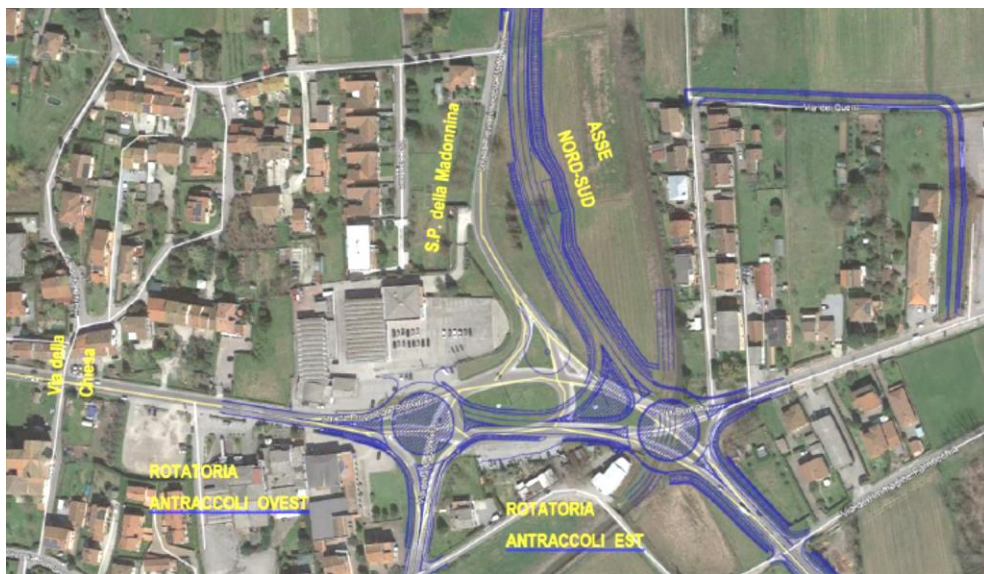


Figura 13. Configurazione a due rotatorie della nuova intersezione di Antraccoli

### Asse Ovest-Est

L'asse in oggetto nasce dalla volontà di collegare l'area interposta tra la via del Tiglio e la via Romana, dove è presente il polo ospedaliero "San Luca" e per il quale sono state realizzate nuove viabilità a cura del Comune di Lucca.

A partire dalla rotatoria Ovest dell'intersezione Antraccoli, in direzione Sud si dirama il primo tratto del nuovo asse Ovest-Est che ripercorre l'esistente strada Provinciale Madonnina, prevedendone l'ampliamento dagli attuali 8 m circa di larghezza della piattaforma ai 10,50 m di progetto, in continuità con quanto previsto per l'asse Nord-Sud. Tale allargamento sarà effettuato soprattutto verso il lato Ovest e comporterà il completo rifacimento dell'opera di attraversamento del canale Ozzoretto, alla progr. km 0+131,62, mediante un nuovo tombino scatolare idraulico 10,00x2,60 m.

Il secondo tratto si dirama in direzione Ovest dalla rotatoria Madonnina, di nuova realizzazione, estremo Sud del precedente tratto, in luogo dello schema proposto in sede di Progetto Preliminare che presentava alcune critiche limitazioni alle manovre fruibili. Tale tratto prosegue in direzione Ovest tra le viabilità comunali via dei Paladini e via del Marginone e, mediante un flesso planimetrico ad ampi raggi di curvatura, si intesta su una viabilità comunale di recente realizzazione che collega il tracciato in progetto all'ospedale San Luca.

Nel tratto che precede la nuova rotatoria dell'Ospedale, come da richiesta formulata dal Comune e dalla Provincia di Lucca, il progetto prevede l'inserimento di un ulteriore ramo per il collegamento dell'asse Ovest-Est con via del Marginone. Inoltre, ai lati del nuovo asse stradale si prevedono piste non pavimentate (bianche) utili laddove si renda necessario ricucire alcune stradine esistenti ad uso agricolo.

Dal punto di vista altimetrico, il rilevato del secondo tratto dell'asse Ovest-Est è caratterizzato dall'innalzamento in quota nei primi 500 metri in adiacenza della rotatoria Madonnina, reso necessario per il collegamento del piano stradale con il nuovo viadotto Ozzoretto, di n.8 campate per una lunghezza complessiva di 370 m.

Analogamente a quanto previsto per l'asse Nord-Sud, anche per tale tratto è stato previsto un sistema di raccolta acque meteoriche di tipo "chiuso", con la necessità di inserimento di vasche di prima pioggia la cui ubicazione è stata prevista in due piazzole dedicate e affiancate all'asse principale, raggiungibili da viabilità esterna dedicata.



Figura 14. Asse Ovest-Est – Planimetria di progetto

### Asse Est-Ovest

L'asse Est-Ovest ricalca, lungo i primi tre chilometri, l'attuale strada Provinciale Romana, sino ad intestarsi ad Est sulla via del Frizzone tramite la rotatoria esistente convenzionalmente denominata "rotatoria Romana". Il tratto terminale, invece, a partire dalla rotatoria in direzione Sud, ricalca in parte la via del Frizzone sino ad intestarsi su un'ultima rotatoria esistente ("rotatoria Frizzone").

Lo sviluppo totale dell'asse in esame, comprensivo dei due tratti sopracitati, è di 4.6 km. **L'intero tracciato ricalca quasi interamente il sedime dell'infrastruttura esistente**, tranne che per l'ultimo tratto, per il quale si prevede un tratto in variante per realizzare un **nuovo cavalcavia ferroviario** (cavalcaferrovia Frizzone).

La sede stradale esistente presenta mediamente una piattaforma pavimentata con larghezza di circa 9,50 m, con una corsia per senso di marcia, di larghezza pari a 3,50 m, e due banchine da 1,25 m, sezione corrispondente alla categoria C secondo le Norme CNR del 1973. Il progetto in esame ne prevede un ampliamento medio di 50 cm per lato o, in alternativa, diversamente distribuito a seconda delle esigenze riscontrate, soprattutto vista la diffusa presenza di accessi secondari fino ad arrivare ad una pavimentazione di 10,50 m (categoria C1).

Oltre al completo rifacimento, ed allargamento, della pavimentazione stradale, Il Progetto Definitivo prevede altresì l'**adeguamento e messa in sicurezza delle intersezioni presenti lungo l'asse Est-Ovest**. In particolare, al fine di eliminare le manovre di attraversamento delle corsie di marcia dovute alla possibilità di svolta in sinistra lungo il tracciato, si prevede la riconfigurazione delle isole di traffico e della segnaletica, nonché l'eliminazione delle corsie di accumulo centrali. In particolare, in tutte le intersezioni esistenti l'ingresso in corsia avverrà esclusivamente con obbligo di svolta in destra e sarà necessario utilizzare le rotonde per il cambiamento di corsia.

A tal riguardo, nel seguito si riepilogano tutti gli interventi previsti lungo l'asse in esame:

- Intersezione con via del Marginone al km 0+650 – Riconfigurazione dell'isola di traffico per obbligo di svolta a destra e eliminazione della corsia di accumulo;
- Intersezione con via Carlo Piaggia al km 1 – Ridefinizione delle intersezioni Nord e Sud con obbligo di svolta a destra. Razionalizzazione accessi e eliminazione impianto semaforico – inserimento di un nuovo sottovia ciclopedonale;
- Realizzazione di una nuova rotonda, richiesta dal Comune di Capannori, al km 1+290 per garantire futuri collegamenti, secondo la configurazione di progetto utile ai soli fini dell'inversione di marcia;
- Intersezione con via di Paganico km 1+800 – Riconfigurazione delle isole di traffico per obbligo di svolta a destra ed eliminazione impianto semaforico;
- Intersezione con via Romana al km 2+720 – Riconfigurazione dell'isola di traffico per inserire l'obbligo di svolta a destra ed eliminazione della corsia di accumulo, ridefinizione tramite segnaletica dell'uscita per via Romana inserendo un angolo di deviazione, al fine di migliorare la percezione dell'uscita per l'utenza stradale.

Il primo tratto dell'asse Est-Ovest ha termine in corrispondenza della rotonda Romana (esistente), per la quale si prevede il rifacimento della pavimentazione e la ricalibrazione geometrica degli innesti.

A Sud della rotonda l'asse di progetto prosegue lungo la sede di via del Frizzone. Il tratto stradale in oggetto è caratterizzato dall'affiancamento in sinistra del canale Frizzone, attualmente non protetto da guard-rail. Allo stato attuale, la via del Frizzone attraversa in viadotto la ferrovia Lucca-Firenze tramite un cavalcaferrovia le cui condizioni odierne lo rendono inadeguato alla tipologia di infrastruttura, agli standard di ampliamento della linea ferroviaria Firenze-Lucca e relativi flussi di traffico, in progetto. In parti-

colare, le caratteristiche altimetriche, con riferimento alle pendenze longitudinali e ai raccordi verticali, non consentono la percorrenza in sicurezza dell'opera di scavalco alla velocità di progetto di una strada extraurbana. Per i motivi suesposti, il Progetto Definitivo dell'asse Est-Ovest prevede la realizzazione di un **nuovo cavalcaferrovia**, con caratteristiche geometriche compatibili alla velocità di progetto richiesta dalla categoria C1, nonché ai franchi altimetrici minimi richiesti dalle specifiche RFI. Nel dettaglio, l'adeguamento alle citate specifiche ha comportato un variazione in aumento delle quote di progetto dell'asse stradale che, a sua volta, ha reso necessaria la deviazione del Rio del Frizzone, per allontanarlo dal nuovo rilevato, e la realizzazione di una nuova viabilità podereale per l'accesso ai campi circostanti e per la manutenzione del canale stesso.

Infine, si segnala che lungo l'asse Est-Ovest è presente un'area di servizio in destra, di cui il Progetto Definitivo ne garantisce il mantenimento; analogamente a quanto previsto per gli altri due assi, per tutta l'estensione dell'asse in esame sono state inserite le piazzole di sosta in accordo ai requisiti minimi richiesti dal D.M. 05/11/2001.

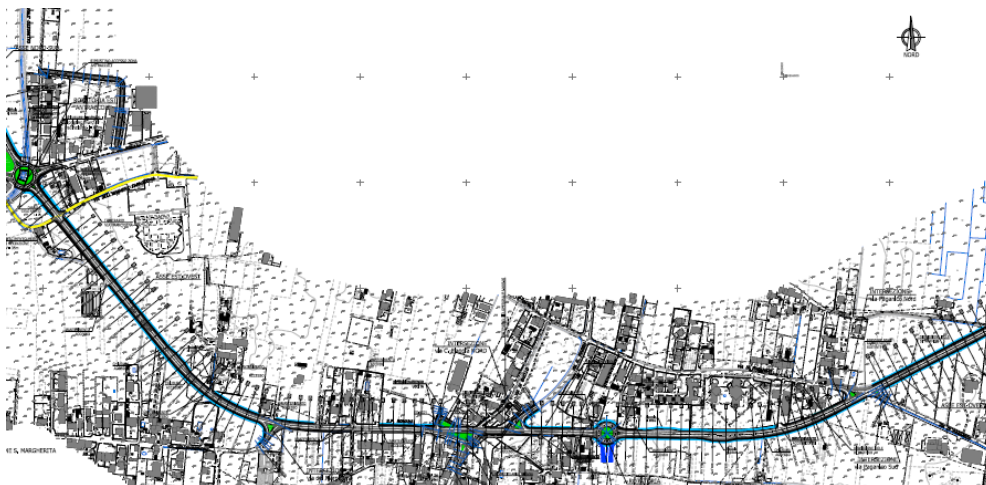


Figura 15. Asse Est-Ovest – Planimetria di progetto stralcio 1/3



Figura 16. Asse Est-Ovest – Planimetria di progetto stralcio 2/3

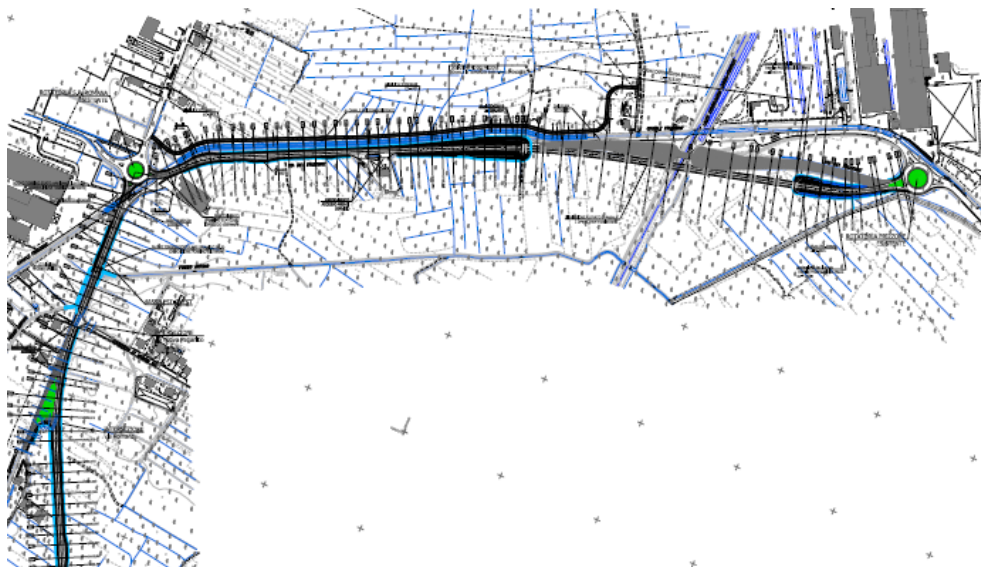


Figura 17. Asse Est-Ovest – Planimetria di progetto stralcio 2/3

#### Interventi sulle viabilità locali

L'intervento di cui al presente Progetto Definitivo è completato dalle **ricuciture delle numerose viabilità locali e comunali**, nonché dal **ripristino degli accessi** che, in alcuni casi, sono stati ricollocati o raggruppati tramite l'inserimento di viabilità complanari all'asse principale di intervento. Nella seguente tabella, si fornisce un elenco riassuntivo dei suddetti interventi.

Tabella 1. Elenco interventi di ricucitura delle viabilità locali e comunali

SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA -VIABILITA' LOCALI					
ASSE RIFERIMENTO	NOME	PAV.	LARGH.	LARGH. BANCH.	LUNGH.
ASSE NORD-SUD	ACCESSO NS-AC01	SI	4	0.25	35
ASSE NORD-SUD	ACCESSO VASCA-VP01	BIANCA	4	-	25
ASSE NORD-SUD	ACCESSO NS-AC02	SI	4	0.25	120
ASSE NORD-SUD	ACCESSO NS-AC02-2	SI	4	0.25	18
ASSE NORD-SUD	NS-VL02	SI	4	0.25	270
ASSE NORD-SUD	ACCESSO NS-AC03	SI	4	0.25	31
ASSE NORD-SUD	NS_VL16	BIANCA	2.50	-	93
ASSE NORD-SUD	NS-VL04	SI	4	0.25	225
ASSE NORD-SUD	ACCESSO NS-AC04	SI	4	0.25	32
ASSE NORD-SUD	V. TOGNETTI NS-VL03	SI	6.50	0.50	135
ASSE NORD-SUD	NS-VL05	SI	4	0.25	175
ASSE NORD-SUD	ACCESSO VASCA VP04	BIANCA	3.50	-	101
ASSE NORD-SUD	ACCESSO NS-AC05	SI	4	0.25	70
ASSE NORD-SUD	ACCESSO NS-AC06	SI	4	0.25	25
ASSE NORD-SUD	ACCESSO NS-AC07	SI	4	0.25	15
ASSE NORD-SUD	NS-VL06-VIA DELLE VILLE	SI	7.50	0.50	166
ASSE NORD-SUD	NS-VL07	SI	4	0.25	555
ASSE NORD-SUD	ACCESSO VASCA-VP05	BIANCA	3.50	-	33
ASSE NORD-SUD	NS-VL08a-VIA C.RANDELLI	SI	6.50	0.50	135
ASSE NORD-SUD	NS-VL08b	SI	4	0.25	90
ASSE NORD-SUD	NS-VL09 VIA DI LISO	SI	6	0.25	140
ASSE NORD-SUD	NS-VL10 VIA PESCIATINA	SI	7	0.50	140
ASSE NORD-SUD	ACCESSO NS-AC08	SI	4	0.25	20
ASSE NORD-SUD	NS-VL11 V.MADONNINA	SI	3.25 (monod.)	0.25	105
ASSE NORD-SUD	NS-VL12 V.MADONNINA	SI	4 (monod.)	0.25	106
ASSE NORD-SUD	NS-VL13 AREA SERV.	SI	6.50 (monod.)	1.50-1	247
ASSE NORD-SUD	NS-VL14 AREA SERV.	SI	6.50 (monod.)	1.50-1	130
ASSE NORD-SUD	NS-VL15	SI	4	0.25	200
ASSE NORD-SUD	ACCESSO ANTRACCOLI	SI	4	0.25	285
ASSE OVEST-EST	ACCESSO VASCA-VP09	BIANCA	3.50	-	72
ASSE OVEST-EST	PODERALE OE-VP01	BIANCA	4	-	207
ASSE OVEST-EST	PODERALE OE-VP02	BIANCA	4	-	790
ASSE OVEST-EST	PODERALE OE-VP03	BIANCA	3.50	-	245
ASSE OVEST-EST	COLLEGAMENTO VIA DEL MARGINONE	SI	10.50	1.50	310
ASSE EST-OVEST	INTERSEZIONE VIA DEL MARGINONE	SI	7.00	0.50	50
ASSE EST-OVEST	ACCESSO EO-AC01	SI	4.00	0.25	40
ASSE EST-OVEST	ACCESSO EO-AC02	SI	4.00	0.25	32
ASSE EST-OVEST	INT PIAGGIA SUD	SI	6.50 (monod.)	1.50-1	110
ASSE EST-OVEST	INT PIAGGIA ADEG	SI	8.00	1	56
ASSE EST-OVEST	INT PIAGGIA NORD	SI	8.00	0.50	65
ASSE EST-OVEST	INT VIA PAGANICO NORD	SI	8.00	0.50	50
ASSE EST-OVEST	INT VIA PAGANICO SUD	SI	7.00	1	25
ASSE EST-OVEST	INT VIA ROMANA R NORD	SI	4.50 (monod.)	1-0.50	155
ASSE EST-OVEST	INT VIA ROMANA R SUD	SI	6.50 (monod.)	1.50-1	85
ASSE EST-OVEST	INT VIA NUOVA PAGANICO	SI	6.50	0.50	30
ASSE EST-OVEST	PODERALE EO-VP01	BIANCA	3.50	-	992

Si propone, infine, nel seguito, uno **schema riassuntivo delle rotatorie** di nuova realizzazione previste nel progetto e introdotte nei precedenti paragrafi, a cui si sommano gli adeguamenti di due rotatorie esistenti lungo l'asse Est-Ovest (in particolare, la Rotatoria su via Romana e su via del Frizzone in direzione dell'Autostrada A11).



*Tabella 2. Elenco delle rotonde di nuova realizzazione dell'intero sistema tangenziale*

SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA - INTERSEZIONI A ROTATORIA			
ASSE DI RIFERIMENTO	NOME	DIAMETRO ESTERNO	LARGHEZZA CORSIA
ASSE NORD-SUD	SS12	50	6
ASSE NORD-SUD	VILLE	40	7
ASSE NORD-SUD	PESCIATINA	40	9 (ingresso a 2 corsie)
ASSE NORD-SUD	ANTRACCOLI EST	50	6
ASSE OVEST-EST	ANTRACCOLI OVEST	50	6
ASSE OVEST-EST	S.P. MADONNINA	50	6
ASSE OVEST-EST	OSPEDALE S.LUCA	50	6
ASSE EST-OVEST	COMUNALE	40	6

### 7.3.2 INTERSEZIONI

L'intervento in esame, che consta di tre differenti assi, conta un totale di n. 10 intersezioni a rotatoria (vedasi la Tabella 2 del presente elaborato). In ottemperanza ai dettami normativi del D.M. del 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" ed ai consolidati metodi di analisi sulle intersezioni a raso, sono stati condotti, per ognuna di esse, le seguenti verifiche:

- delle caratteristiche geometriche (cfr. tab. 6 art. 4.5.2 del D.M. 19/04/2006);
- dell'angolo di deflessione (cfr. fig. 11 art. 4.5.3 del D.M. 19/04/2006);
- di visibilità (cfr. fig. 12 art. 4.6 del D.M. 19/04/2006);
- di percorribilità da parte dei mezzi pesanti.

Al paragrafo 5.10 dell'elaborato di progetto dal titolo "Relazione Tecnica sul Progetto Stradale comprensiva della Relazione ex art. 4 DM 22/04/04" si forniscono i dettagli delle risultanze delle citate verifiche per singola rotatoria.

### 7.3.3 SEZIONE STRADALE DI RIFERIMENTO

La sezione adottata per l'asse principale è riferibile alla categoria tipo **C1**, relativa alle strade extraurbane principali del DM 05/11/2001, la quale prevede una piattaforma pavimentata di larghezza minima (a meno degli allargamenti per visibilità) pari a 10,50 m, sia in rilevato sia in trincea.

La sezione, come deducibile dalle figure proposte a seguire, è costituita dai seguenti elementi caratteristici:

- n. 2 corsie (1 per senso di marcia) da 3,75 m ciascuna;
- banchine esterne di 1,50 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m.

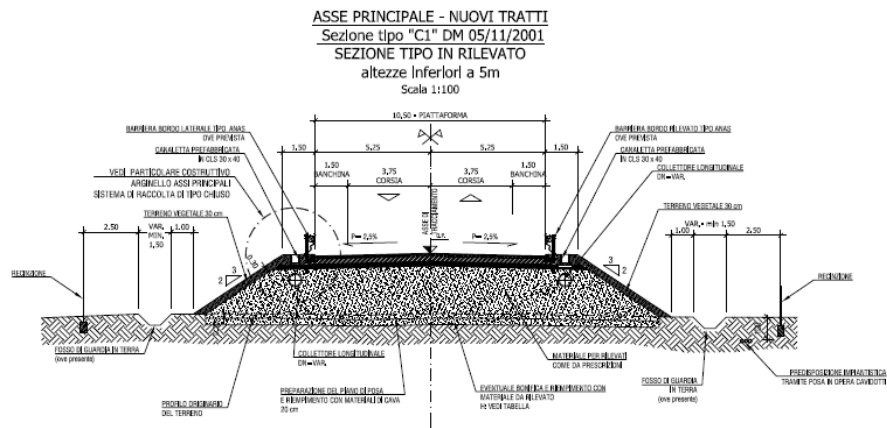


Figura 18. Sezione tipo in rilevato

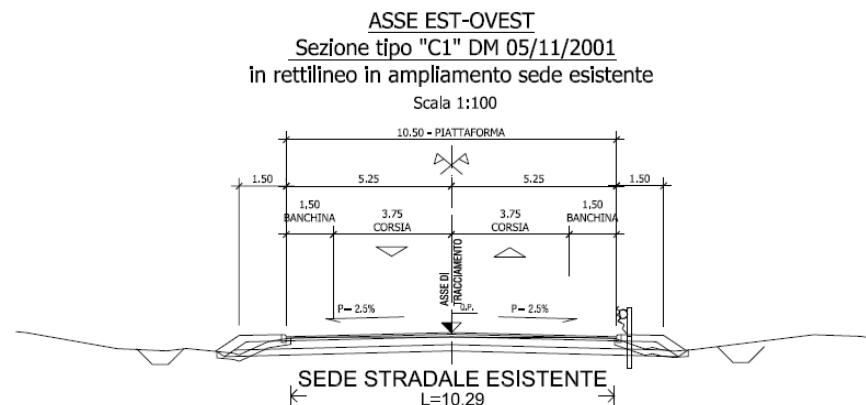


Figura 19. Sezione tipo in rilevato (ampliamento sede esistente)

### 7.3.4 PAVIMENTAZIONE STRADALE

Per il dimensionamento della pavimentazione stradale si è fatto riferimento alla procedura della "AASHTO INTERIM GUIDE" distinguendo, per l'asse principale, i due tratti in nuova sede (Nord-Sud ed Ovest-Est) dal tratto in adeguamento della viabilità locale esistente (Est-Ovest). Nello specifico si è optato per il calcolo dello "Structural Number" (SN) agente e dal suo confronto con quello di progetto.

Sulla base di quanto riportato nello studio del traffico, si è ritenuto opportuno prendere come riferimento per il calcolo dello SN dell'asse principale un TGM pari a 24.500 veic/h con una percentuale di mezzi pesanti del 12% (scenario di progetto relativo alle previsioni ANAS). Dai risultati dell'applicazione del suddetto metodo di calcolo è emerso che, per le due nuove tratte dell'asta principale, il pacchetto della pavimentazione che verifica i dati di progetto è di **58 cm** totali, così suddivisi:

- 5 cm strato di usura fonoassorbente (con argilla espansa);
- 8 cm strato di collegamento (binder) con bitume modificato "hard";

- 25 cm strato di base in conglomerato bituminoso con bitume modificato "hard";
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare stabilizzato.

Tale pacchetto è stato altresì confermato per i tratti di rotonda ed i rami di innesto di modesto sviluppo. Nei tratti in viadotto, invece, la pavimentazione è caratterizzata dal solo strato di usura di 5 cm di spessore e da uno strato di binder ridotto a 5 cm, poggiati direttamente sulla soletta mediante interposizione di uno strato di impermeabilizzazione (mano d'attacco).

Si sottolinea come l'esigenza di riduzione dell'impatto acustico dell'infrastruttura di progetto abbia portato alla scelta accurata di un conglomerato per lo strato di usura con caratteristiche specifiche ai fini della riduzione della rumorosità dovuta al traffico stradale. Nel dettaglio, si è optato per un conglomerato con frazioni di aggregato alleggerite e porose, rappresentate appunto dai granuli di argilla espansa, che non presenti fenomeni di occlusione dei pori interni o problemi relativi ai cicli di gelo e disgelo, caratteristici invece dei conglomerati bituminosi drenanti (più aperti). Ancor più nello specifico, l'impiego di materiali sintetici leggeri in argilla espansa (11-13% in peso) garantisce al conglomerato una porosità sufficiente a dissipare una parte della pressione sonora dell'aria che viene prodotta dal transito ripetuto di pneumatici, senza alcuna riduzione in termini di prestazioni meccaniche, in virtù dell'utilizzo di bitume modificato nella composizione della miscela.

Per quanto concerne i tratti di adeguamento delle viabilità esistenti (es., Via Romana, Via Chelini, S.P. Romana e Via del Frizzone) si è fatto riferimento allo stesso valore di TGM di 24.500 veic/g, ma prevedendo opportuni accorgimenti sulla scelta dei materiali. Nello specifico, è risultato vantaggioso sia in termini ambientali che economici utilizzare, in maniera appropriata, gli inerti provenienti dalla scarifica del sedime esistente. Tale scelta determina ovvi benefici in termini di riduzione del trasporto a discarica, della movimentazione dei materiali in cantiere, dei costi di approvvigionamento e soprattutto di riduzione dell'inquinamento acustico ed ambientale.

Alla luce di quanto esposto, per i tratti di adeguamento della viabilità esistente (asse Est-Ovest), il pacchetto stradale prevede lo stesso spessore totale di 58 cm ma con la suddivisione di seguito riportata:

- 5 cm strato di usura fonoassorbente (con argilla espansa);
- 8 cm strato di collegamento binder in conglomerato bituminoso (con utilizzo di fresato riciclato a freddo in percentuale massima del 20% con tecnica del bitume schiumato o emulsione bituminosa);
- 25 cm strato di base in conglomerato bituminoso (con utilizzo di fresato riciclato a freddo in percentuale massima del 30%, con tecnica del bitume schiumato o emulsione bituminosa);
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare stabilizzato.

Infine, per le viabilità comunali ed interpoderali, considerata la loro funzione di collegamento locale, con tragitti di breve distanza per lo più con il fine dell'accesso alle proprietà private, in assenza di dati di traffico relativi a tali infrastrutture si è proceduto ad un dimensionamento parametrico del pacchetto stradale. Quanto proposto garantisce il passaggio nell'arco della vita utile di 20 anni della pavimentazione di un traffico giornaliero medio pari a 13.000 veic/g (con percentuale di pesanti ipotizzata pari al 5% e un

tasso di incremento annuo dell'1%), per un totale di oltre 4 milioni di passaggi. La sovrastruttura di progetto, di spessore totale pari a 40 cm, sarà è stata così progettata:

- 4 cm strato di usura chiusa in conglomerato bituminoso modificato "soft";
- 6 cm strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso modificato "soft";
- 10 cm strato di base in conglomerato bituminoso;
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare stabilizzato.

### 7.3.5 BARRIERE DI SICUREZZA

Si premette che, nei casi in cui la classe delle barriere di sicurezza da installare (ottenuta dai metodi di calcolo adottati) rientri nelle tipologie disponibili tra le barriere "tipo Anas" (attualmente consistenti in barriere bordo laterale di classe H2 e H3 e barriere bordo ponte di classe H2, H3 e H4), la prassi consolidata aziendale di ANAS ne prevede l'impiego, considerando la fornitura delle stesse a carico dell'Amministrazione ed inserendo la sola posa in opera nell'ambito dell'importo dei lavori. Si sottolinea, a tal riguardo, che l'adozione delle barriere "tipo Anas" potrà effettuarsi solo nei tratti di relativa competenza, escludendone pertanto l'installazione nel caso di interventi riguardanti strade di altri gestori (viabilità secondarie).

Alla luce di quanto esposto, come già riportato nel precedente paragrafo, nello studio del traffico si è ritenuto opportuno prendere come riferimento un TGM pari a 24.500 veic/h con una percentuale di mezzi pesanti del 12% (scenario di progetto relativo alle previsioni ANAS). In relazione alla categoria di strada di progetto, ne consegue, dunque, un tipo di traffico II, per cui, ai sensi dell'art.6 del D.M. 21/06/2004, calcolate le caratteristiche prestazionali minime da adottare per gli assi principali, in funzione delle barriere Anas disponibili, sono state previsti i seguenti dispositivi minimi:

- Bordo Laterale: barriere tipo Anas bordo laterale H2 BL SM (W5);
- Bordo Opera: barriere tipo Anas bordo ponte H2 BP SM (W5).

Tuttavia, per la presenza di n. 2 attraversamenti ferroviari (cavalcaferrovia Lucca-Aulla nel tratto iniziale dell'asse Nord-Sud e cavalcaferrovia Lucca-Firenze lungo la via del Frizzone), è stato previsto il seguente dispositivo non Anas (commerciale):

- Bordo Opera con rete di protezione integrata H4 BP, come da specifiche presenti nel manuale di progettazione RFI.

Inoltre, dovendo inserire dispositivi fonoassorbenti anche in presenza di muri e viadotti in progetto, si prevede l'installazione della seguente barriera integrata:

- Bordo Opera con barriera antirumore integrata: barriere commerciali bordo ponte H4 BP (W5) con barriera antirumore integrata.

La fornitura delle suddette barriere sarà esclusa dall'appalto in quanto è previsto l'utilizzo di barriere tipo Anas.

In continuità con i dispositivi previsti, al fine di realizzare sistemi continui di barriere di pari classe, sono previste barriere Anas:

- Bordo Opera: barriere tipo Anas bordo ponte H3 BP SM (W5);
- Bordo Opera: barriere tipo Anas bordo laterale H3 BL SM (W5).

In corrispondenza di opere di scavalco su viabilità esistenti (es. cavalcavia dell'Acqua calda), sono previsti i seguenti dispositivi:

- Bordo Opera: barriere tipo Anas bordo ponte H4 BP SM (W5) con rete antilancio
- Per quanto concerne, infine, le barriere di sicurezza da installare sulla viabilità secondaria e di servizio all'asse principale (strade per accesso ai piazzali di servizio per le vasche di prima pioggia), sono state previste le seguenti protezioni:
- Bordo Laterale: barriera bordo laterale di classe N2 BL.

### 7.3.6 OPERE D'ARTE PRINCIPALI

L'intervento prevede la realizzazione delle **n. 4 opere d'arte principali** di seguito elencate, e descritte puntualmente nei successivi paragrafi della presente relazione, progettate nel rispetto delle normative vigenti e delle relative istruzioni (D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"):

- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla (asse Nord-Sud);
- Viadotto dell'Acqua Calda (asse Nord-Sud);
- Viadotto Ozzoretto (asse Ovest-Est);
- Cavalcaferrovia Frizzone (asse Est-Ovest).
- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla.

L'opera in esame interessa il tratto iniziale della tratta Nord-Sud dell'intervento e garantisce il superamento dell'omonima linea ferroviaria.

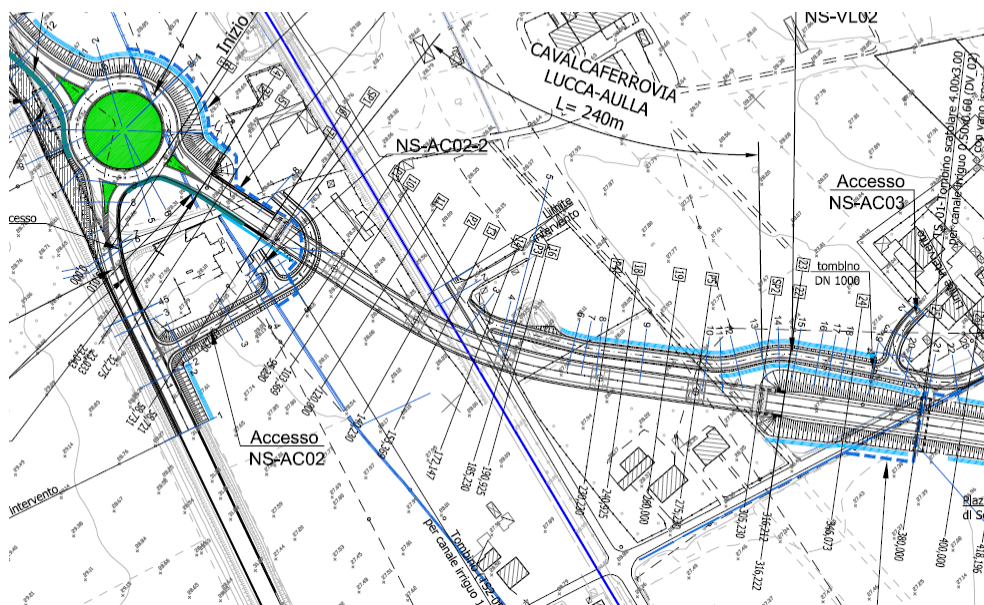


Figura 20. Cavalcaferrovia Lucca-Aulla: stralcio planimetrico

L'impalcato è realizzato in **sistema misto acciaio-calcestruzzo** con schema statico di trave continua su 7 appoggi, con **6 campate** di luce pari a 30.00m, 45.00m, 45.00m, 45.00m, 45.00m, 30.00m. Lo sviluppo complessivo del viadotto è di 240.00 m.

La struttura metallica è composta da tre travi saldate a doppio T di altezza pari a 2.25 m, poste ad interasse di 3.60 m. La ripartizione trasversale dei carichi sulle travi principali è resa possibile tramite traversi metallici reticolari in corrispondenza degli appoggi ed in campata, disposti ad interasse di 5.00 m, collegati alle nervature verticali delle travi stesse.

La soletta presenta una larghezza compresa tra i 12.00 m ed i 12.44 m, di cui un minimo di 10.50 m costituiscono la sede stradale, mentre due cordoli esterni di larghezza 75 cm, che ospitano le barriere bordo ponte, ne completano l'arredo; la soletta è resa collaborante con la sottostante struttura metallica mediante connettori tipo Nelson elettrosaldati sulle piattabande superiori delle travi.

Lo spessore della soletta è pari a 30 cm ed è realizzata con predalles prefabbricate autoportanti di spessore 7.0 cm su cui viene successivamente eseguito il getto di completamento.

L'impalcato è vincolato alle sottostrutture mediante isolatori elastomerici.

Entrambe le spalle sono costituite da un muro paraghiaia di spessore pari a 0.40 m e altezza massima pari a circa 3 m, da un paramento frontale di spessore pari a 2,10 m e altezza pari a 5,80 m per la spalla SP1 e altezza pari a 4,10 m per la spalla SP2. La zattera di fondazione ha dimensioni in pianta di 9.60 m x 16,80 m e altezza pari a 2,00 m. Per entrambe le spalle sono previsti 15 pali di diametro 1200 mm e L=40m.

Le pile sono a sezione circolare del diametro di 3,0 m e di altezza massima pari a 6,75 m. Il pulvino di sezione trapezoidale ha altezza massima di 1,80 m. Le fondazioni delle pile sono costituite da zattere in c.a. di dimensioni 8x11x2 su 12 pali del diametro di 1000 mm e L=28 m.

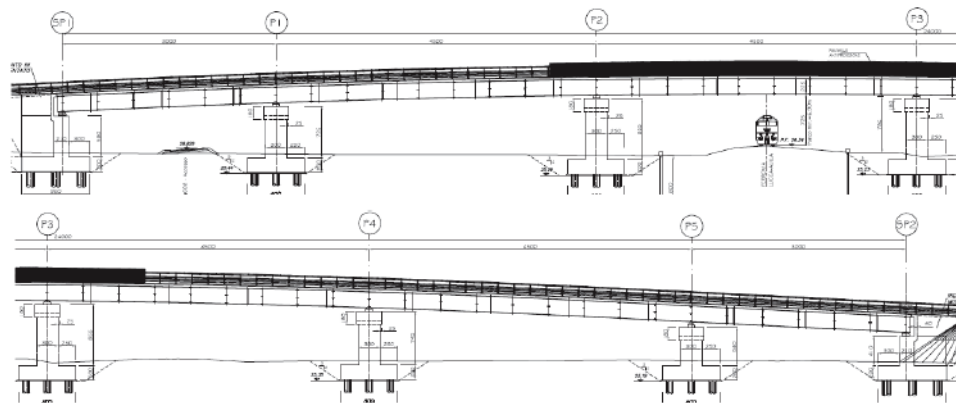


Figura 21. Cavalcaferrovia Lucca-Aulla: profilo longitudinale

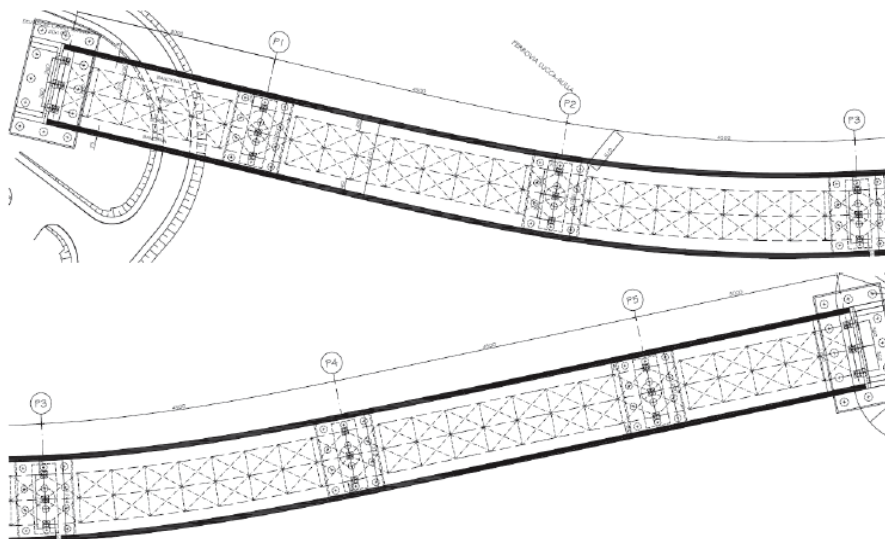


Figura 22. Cavalferrovia Lucca-Aulla: pianta impalcato

### Viadotto dell'Acqua Calda

Superato il cavalferrovia di cui al paragrafo precedente, l'asse Nord-Sud prosegue in direzione Sud fino all'opera d'arte in esame, con cui si garantisce lo scavalco di un insediamento industriale e di due viabilità comunali (via per Marlia e via di Molina).

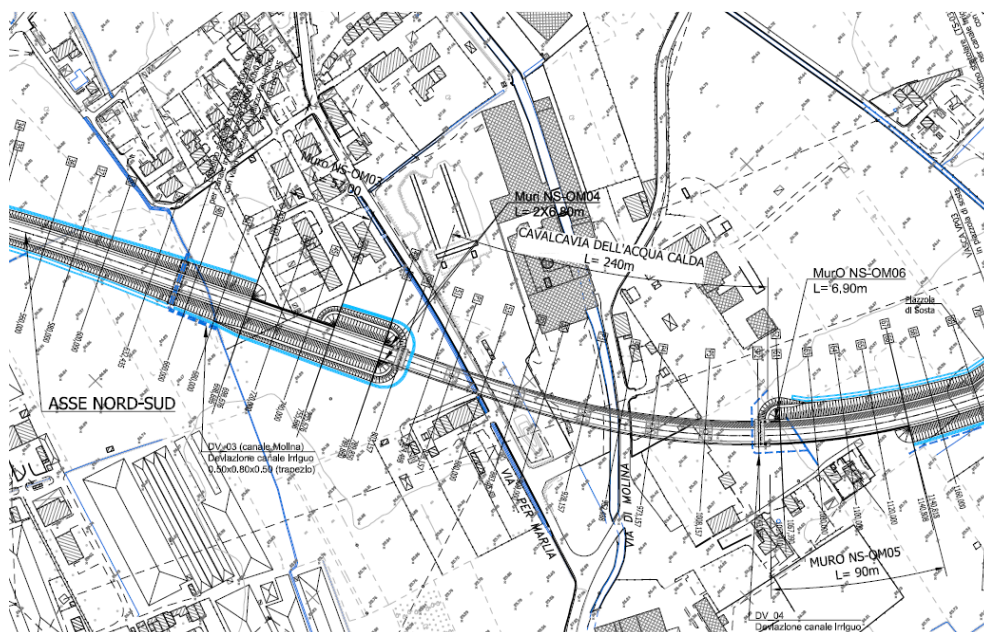


Figura 23. Viadotto dell'Acqua Calda: stralcio planimetrico

L'impalcato è realizzato in sistema misto acciaio-calcestruzzo con schema statico di trave continua su sette appoggi, con sei campate di luce pari a 35.00m, 45.00m, 45.00m, 45.00m, 35.00m, 35.00m, per una lunghezza complessiva dell'opera di 240 m.

La struttura metallica è composta da tre travi saldate a doppio T di altezza pari a 2.25 m ad interasse variabile tra 3.60m e 4.85m. La ripartizione trasversale dei carichi sulle travi principali è resa possibile tramite traversi metallici reticolari in corrispondenza degli appoggi ed in campata, disposti ad interasse di 5.00m, collegati alle nervature verticali delle travi stesse.

La soletta misura una larghezza variabile con un massimo in corrispondenza della spalla SP2 pari a 15,6m, di cui 14,1m costituiscono la sede stradale, mentre due cordoli esterni di larghezza 75 cm, che ospitano le barriere bordo ponte, ne completano l'arredo; la soletta è resa collaborante con la sottostante struttura metallica mediante connettori tipo Nelson elettrosaldati sulle piattabande superiori delle travi.

Lo spessore della soletta è pari a 30 cm ed è realizzata con predalles prefabbricate autoportanti di spessore 7 cm su cui viene successivamente eseguito il getto di completamento della soletta.

L'impalcato è vincolato alle sottostrutture mediante isolatori elastomerici.

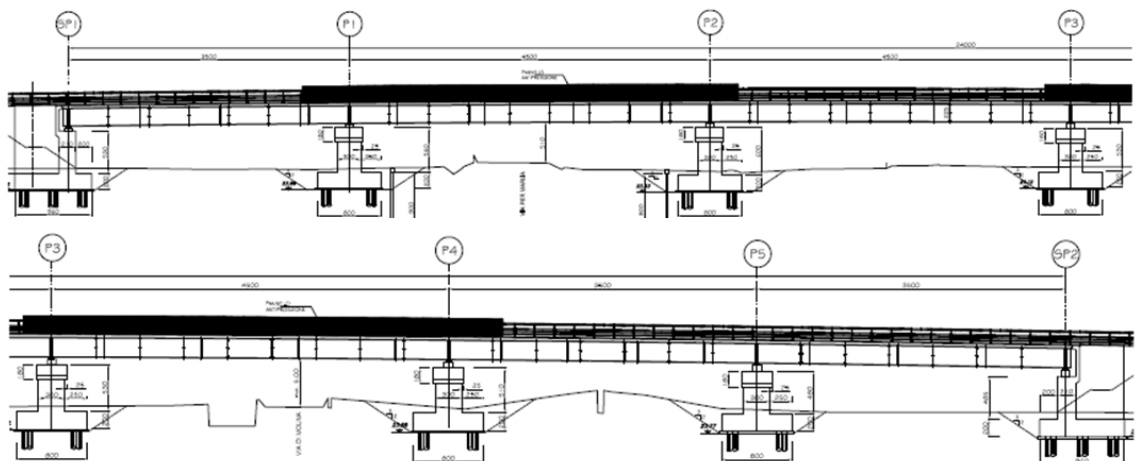


Figura 24. Viadotto dell'Acqua Calda: profilo longitudinale



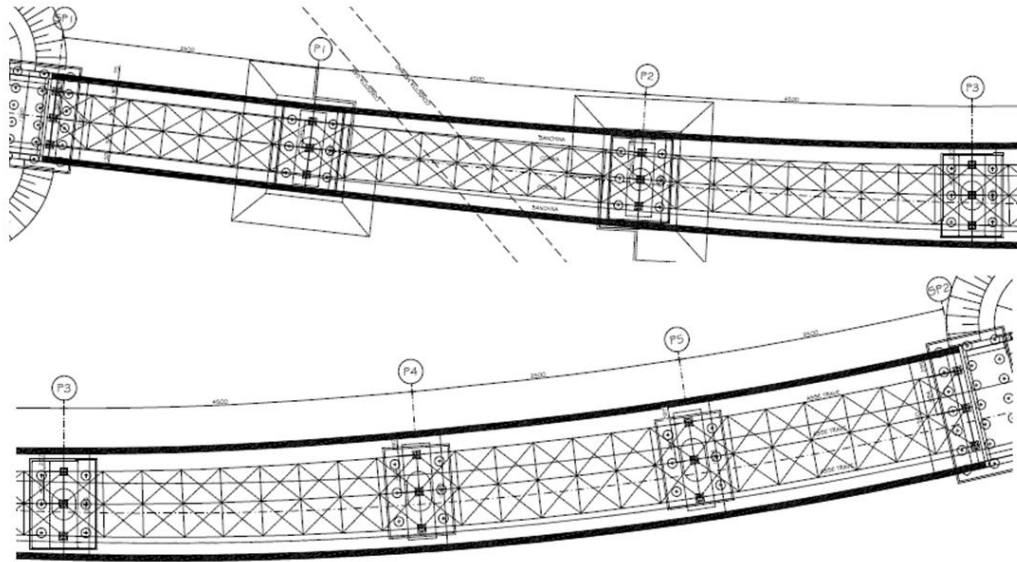


Figura 25. Viadotto dell'Acqua Calda: pianta impalcato

La spalla 1 è costituita da un muro paraghiaia di spessore pari a 0,40 m e altezza massima pari a circa 3,2 m, da un paramento frontale di spessore pari a 2,10 m e altezza pari a 5,30 m. La zattera di fondazione ha dimensioni in pianta di 9,60 m x 16,80 m e altezza pari a 2,00 m e sono previsti 15 pali dal diametro di 1200 mm e L=38 m.

La spalla 2 è costituita da un muro paraghiaia di spessore pari a 0,40 m e altezza massima pari a circa 4.8 m, da un paramento frontale di spessore pari a 2,10 m e altezza pari a 4,85 m. La zattera di fondazione ha dimensioni in pianta di 13,20 m x 16,80 m e altezza pari a 2,00 m e sono previsti 20 pali dal diametro di 1200 mm e L=35m.

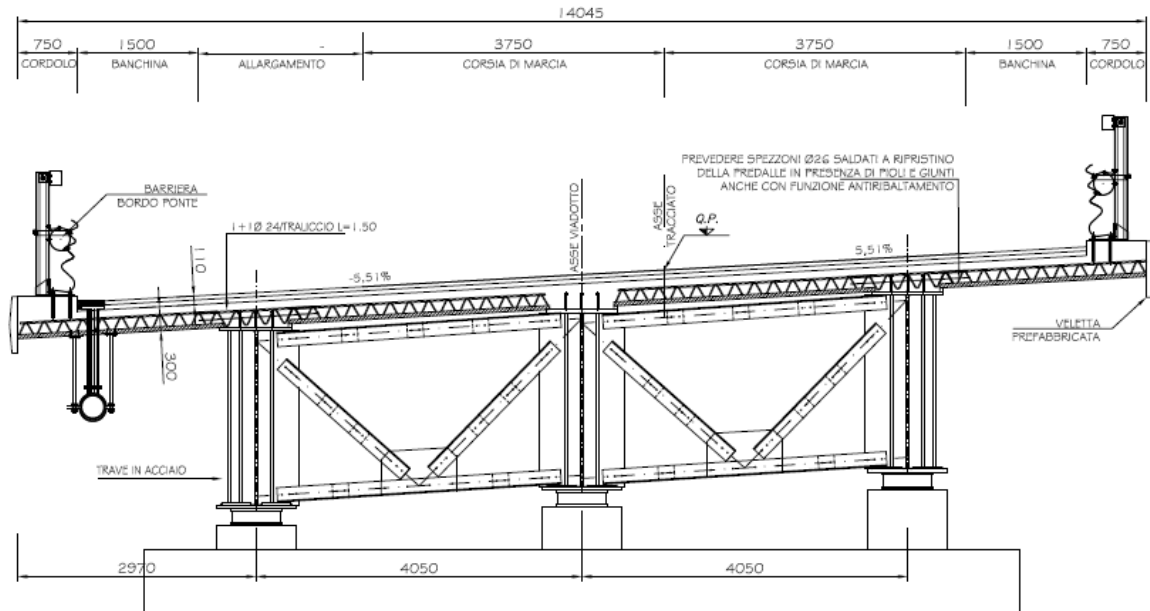


Figura 26. Viadotto dell'Acqua Calda: sezione in asse della pila 3

### Viadotto Ozzoretto

Il viadotto in esame è collocato sul secondo tratto dell'asse Ovest-Est dell'intervento che, si ricorda, mette in collegamento la rotonda S.P. Madonna con la rotonda Ospedale S. Luca. In particolare l'opera è situata nel tratto immediatamente successivo alla prima delle due rotonde citate al fine di **garantire il superamento dell'omonimo canale**.

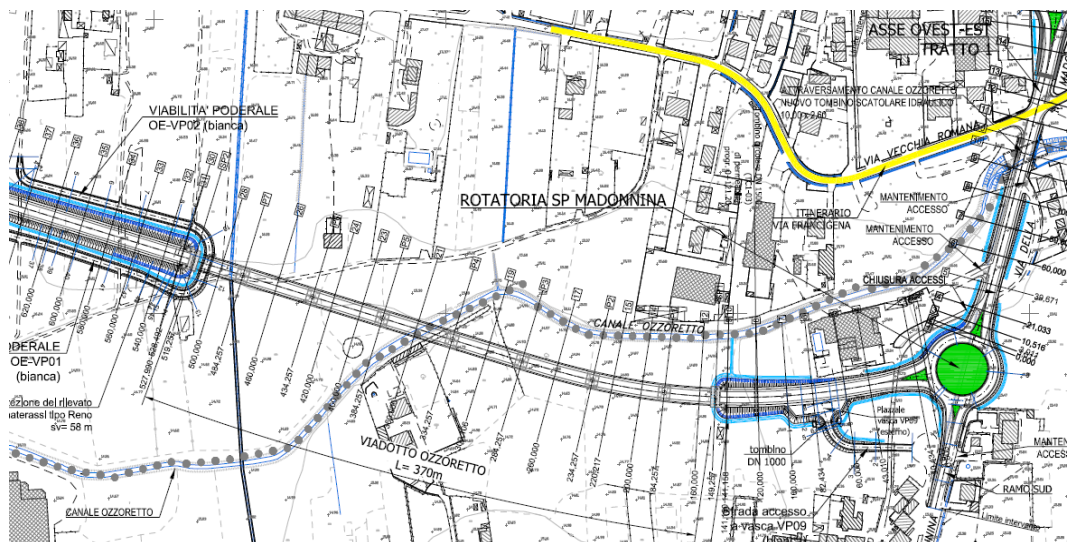


Figura 27. Viadotto Ozzoretto: stralcio planimetrico

L'impalcato è realizzato in **sistema misto acciaio-calcestruzzo** con schema statico di trave continua su nove appoggi, con **otto campate** di luce pari a 35.00m, 50.00m, 50.00m, 50.00m, 50.00m, 50.00m, 50.00m, 35.00m. Lo sviluppo complessivo del viadotto è di 370,00 m.

La struttura metallica è composta da tre travi saldate a doppio T di altezza pari a 2,50 m per le campate interne ed 1,75 m per le campate di estremità, poste ad interasse di 3,60 m. La ripartizione trasversale dei carichi sulle travi principali è resa possibile tramite traversi metallici reticolari in corrispondenza degli appoggi ed in campata, disposti ad interasse di 4,50-5,00m, collegati alle nervature verticali delle travi stesse.

La soletta presenta una larghezza costante per tutto lo sviluppo del viadotto, pari a 12,0m, di cui 10,5m costituiscono la sede stradale, mentre due cordoli esterni di larghezza 75 cm, che ospitano le barriere bordo ponte, ne completano l'arredo; la soletta è resa collaborante con la sottostante struttura metallica mediante connettori tipo Nelson elettrosaldati sulle piattabande superiori delle travi.

Lo spessore della soletta è pari a 30 cm ed è realizzata con predalles prefabbricate autoportanti di spessore 7 cm su cui viene successivamente eseguito il getto di completamento della soletta.

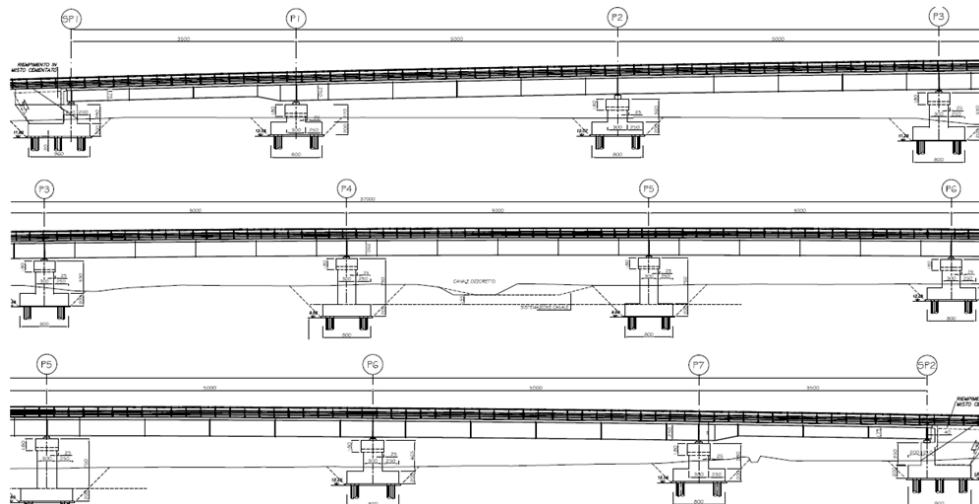


Figura 28. Viadotto Ozzoretto: profilo longitudinale

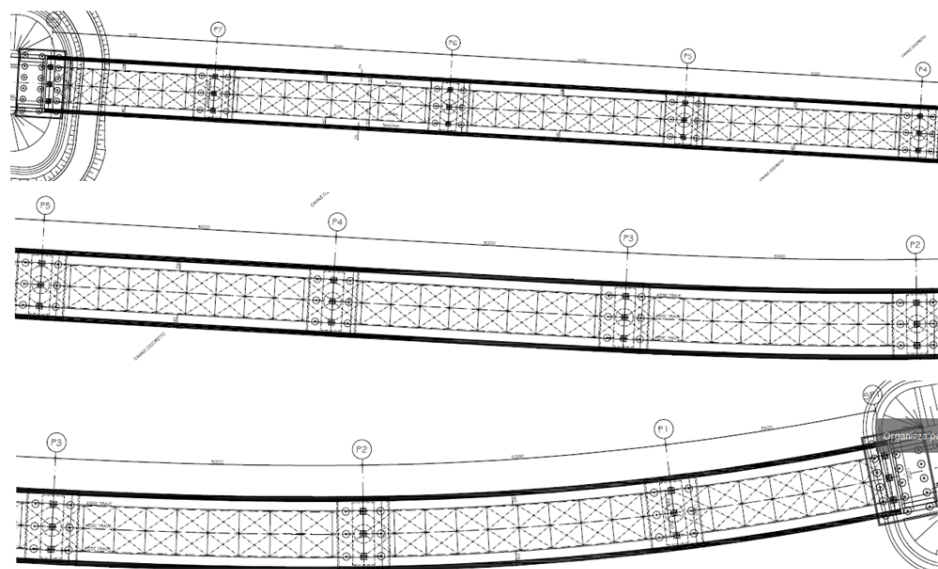


Figura 29. Viadotto Ozzoretto: pianta impalcato

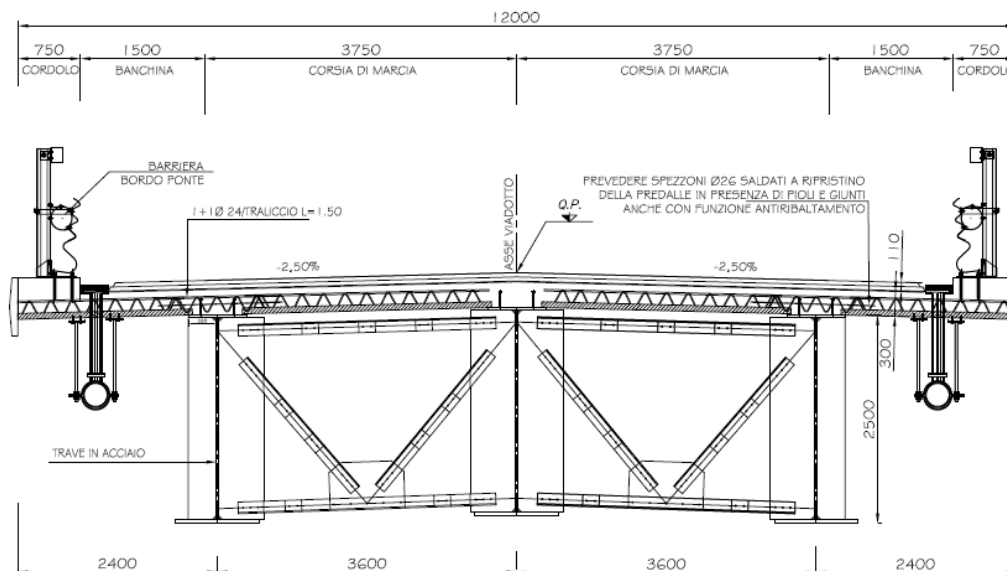


Figura 30. Viadotto Ozzoretto: sezione trasversale tipo dell'impalcato (H=2,5 m)

L'impalcato è vincolato alle sottostrutture mediante isolatori elastomerici.

Entrambe le spalle sono costituite da un muro paraghiaia di spessore pari a 0,40 m e altezza massima pari a circa 2,64 m, da un paramento frontale di spessore pari a 2,10 m e altezza pari a 2,90 m per la spalla SP1 e altezza pari a 3,50 m per la spalla SP2. La zattera di fondazione delle spalle ha dimensioni in pianta di 9,60 m x 16,80 m e altezza pari a 2,00 m. Le fondazioni sono dirette approfondite.

Le pile sono a sezione circolare del diametro di 3 m e altezza massima di 3,50 m. Il pulvino di sezione trapezoidale ha altezza massima di 1,80m. Le fondazioni delle pile sono costituite da zattere in c.a. di dimensioni 8x11x2 m su fondazione diretta approfondita L=7,0 m.

### Cavalcaferrovia Frizzone

L'ultima opera d'arte maggiore oggetto della presente relazione è il Cavalcaferrovia Frizzone che, situato nella parte terminale (verso Sud) dell'asse Est-Ovest, serve a consentire il **superamento della linea ferroviaria Lucca-Firenze** prima dell'immissione dell'asse stradale di progetto sulla rotonda esistente Frizzone di fine intervento.

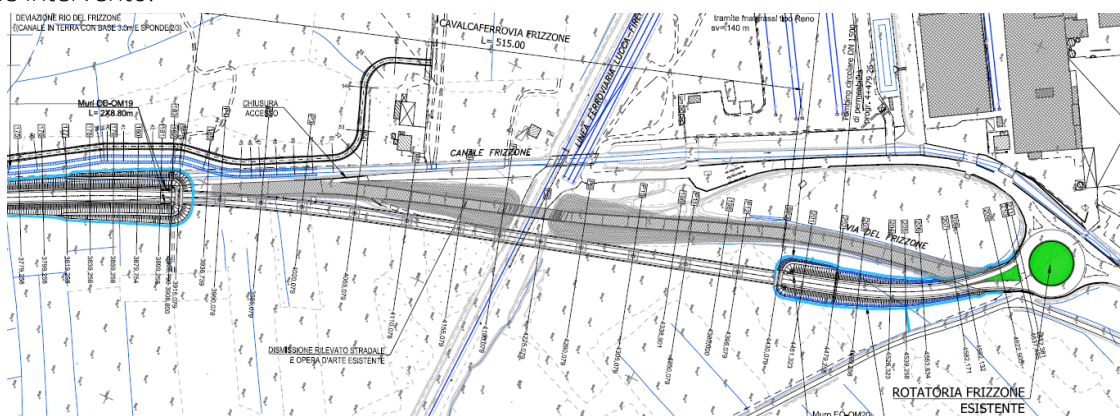


Figura 31. Cavalcaferrovia Frizzone: stralcio planimetrico

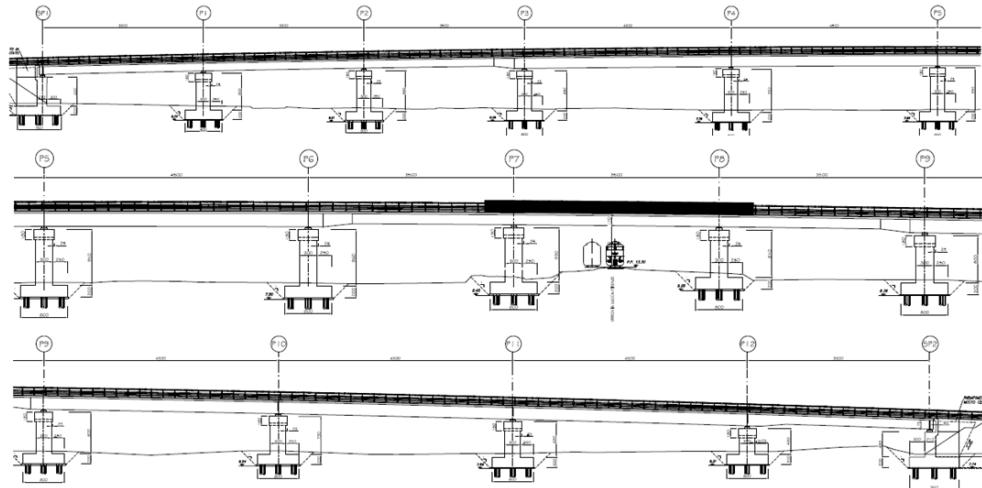


Figura 32. Cavalcaferrovia Frizzone: profilo longitudinale

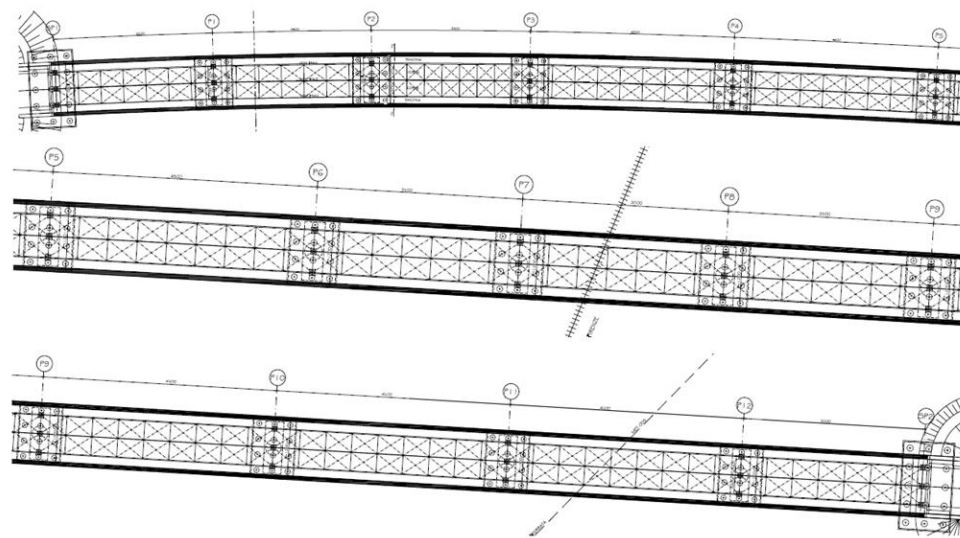


Figura 33. Cavalcaferrovia Frizzone: pianta impalcato

L'impalcato è realizzato in **sistema misto acciaio-calcestruzzo** con schema statico di trave continua su 14 appoggi, con **13 campate** di luce pari a 35,00m, 35,00m, 35,00m, 45,00m, 45,00m, 45,00m, 35,00m, 35,00m, 45,00m, 45,00m, 45,00m, 35,00m. Lo sviluppo complessivo del viadotto è di 515,00m. La struttura metallica è composta da tre travi saldate a doppio T di altezza pari a 2,25m per le campate da 45 m ed 1,70m per le campate da 35 m, poste ad interasse di 3,60m. La ripartizione trasversale dei carichi sulle travi principali è resa possibile tramite traversi metallici reticolari in corrispondenza degli appoggi ed in campata, disposti ad interasse di 5,00m, collegati alle nervature verticali delle travi stesse. La soletta presenta una larghezza costante per tutto lo sviluppo del viadotto, pari a 12,0m, di cui 10,5m costituiscono la sede stradale, mentre due cordoli esterni di larghezza 75 cm, che ospitano le barriere bordo ponte, ne completano l'arredo; la soletta è resa collaborante con la sottostante struttura metallica mediante connettori tipo Nelson elettrosaldati sulle piattabande superiori delle travi.

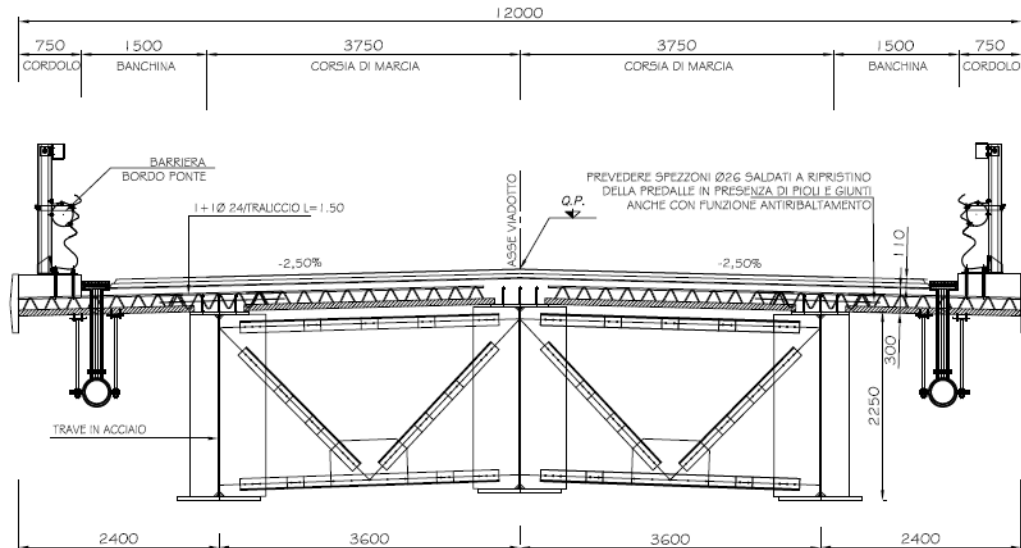


Figura 34. Sezione trasversale dell'impalcato – Sezione corrente trave H=2.25m

Lo spessore della soletta è pari a 30 cm ed è realizzata con predalles prefabbricate autoportanti di spessore 7 cm su cui viene successivamente eseguito il getto di completamento.

Entrambe le spalle sono costituite da un muro paraghiaia di spessore pari a 0,40 m e altezza massima pari a circa 2,5 m, da un paramento frontale di spessore pari a 2,10 m e altezza pari a 6,30 m per la spalla SP1 e altezza pari a 4,80 m per la spalla SP2. La zattera di fondazione ha dimensioni in pianta di 9,60 m x 16,80 m e altezza pari a 2,00 m. per la spalla 1 sono previsti 15 pali dal diametro pari a 1200 mm e L=36 m, per la spalla 2 15 pali dal diametro di 1200 mm e L=25 m.

Le pile sono a sezione circolare del diametro di 3 m e altezza massima di 9,50m (comprensivo di pulvino). Il pulvino di sezione trapezoidale ha altezza massima di 1,80m. Le fondazioni delle pile da 1 a 9 sono costituite da zattere in c.a. di dimensioni 8x11x2 m su 12 pali del diametro di 1000 mm e L=28,0m, mentre le fondazioni delle pile da 10 a 12 sono costituite da zattere in c.a. di dimensioni 8x11x2 m su 12 pali del diametro di 1000 mm e L=24,0 m.

In generale, come si può evincere dal fotoinserimento riportato di seguito e più compiutamente dagli elaborati T00IA36AMBFO01\_A e T00IA36AMBFO02\_A, le scelte progettuali sono state volte alla ricerca di una certa uniformità del sistema costruttivo e del linguaggio formale; in particolare, sotto questo punto di vista, a seguito di uno studio sul migliore inserimento cromatico delle opere d'arte, si è optato per un rivestimento in acciaio corten, materiale che presenta, inoltre, numerosi vantaggi, tra cui:

- ottima resistenza strutturale e alla corrosione atmosferica;
- ridotte necessità manutentive;
- assoluta indeformabilità nel tempo;
- lungo ciclo di vita;
- riciclabilità.



Figura 35 Vista dalla S.S.12, cavalferrovia in località San Pietro a Vico – situazione ante operam.



Figura 36 Vista dalla S.S.12, cavalferrovia in località San Pietro a Vico – fotoinserimento post operam.

### 7.3.7 OPERE D'ARTE MINORI

Oltre alle opere sopra elencate, lungo il tracciato sono presenti numerose opere d'arte minori costituite da scatolari di attraversamento, muri di sostegno, tombini e manufatti idraulici.

In particolare, a scopo di sintesi, nel seguito della presente relazione si omettono le caratteristiche tecniche specifiche dei singoli manufatti, soprattutto a causa dell'estrema variabilità indotta dal notevole numero di opere d'arte minori, limitandosi a riportare il numero e la tipologia delle stesse per singola tratta di studio.

- **Asse Nord-Sud:**
  - n. 16 opere di deviazione di altrettanti canali irrigui;
  - n. 2 sottovia scatolari e n. 1 sottopasso ciclopedonale (quest'ultimo di dimensioni interne 3,00x3,00 m);
  - n. 15 tombini di attraversamento idraulico del rilevato stradale (con sezioni circolari, scatolari o trapezie, di varie dimensioni);
  - n. 16 muri di sostegno e n. 2 muri di sottoscarpa (da realizzare in opera in c.a. con altezza variabile da un minimo di 2 m ad un massimo di 9m);
- **Asse Ovest-Est:**
  - n. 14 tombini di attraversamento idraulico del rilevato stradale;
- **Asse Est-Ovest:**
  - n. 7 tombini di attraversamento idraulico del rilevato stradale;
  - n. 2 muri di sostegno (da realizzare in opera in c.a.).

### 7.3.9 GEOLOGIA

#### 7.3.9.1 Indagini geognostiche

Negli appositi elaborati della documentazione progettuale sono compiutamente definiti i lineamenti geologici ed il Modello Geologico di Riferimento (MGR) in relazione agli interventi in progetto.

Gli elementi necessari sono stati ricavati dall'analisi diretta delle condizioni geologiche e geomorfologiche delle aree mediante rilevamento geologico di dettaglio ed una specifica campagna di indagini geognostiche e geofisiche, unitamente all'esame della documentazione bibliografica reperita per l'area in oggetto.

Oltre ai dati già disponibili, antecedenti al 2005, per la ricostruzione del modello geologico, geomorfologico, geotecnico e idrogeologico della porzione della piana di Lucca interessata dal tracciato di progetto, nel 2005 era stata eseguita una specifica campagna geognostica realizzata mediante l'esecuzione di 7 sondaggi geognostici, 16 prove penetrometriche CPT ed una stesa sismica a rifrazione.

Successivamente, nel 2012, sono stati eseguiti 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, 1 prova sismica in foro tipo Down-Hole, realizzata in uno dei due sondaggi, e 1 prova elettrica in foro del tipo Cross Hole tomografico effettuata nei due sondaggi. Durante tutte le perforazioni dei sondaggi geognostici sono stati prelevati sia campioni indisturbati sia frammenti di carote e realizzate prove SPT in foro.

In aggiunta alle citate indagini, in fase di progettazione definitiva (anno 2018), al fine di definire con dettaglio l'assetto stratigrafico dei luoghi, le caratteristiche litotecniche e sismiche dei terreni e l'idrogeologia puntuale del sito, è stata condotta una dettagliata campagna di indagini così articolata:

- n. 18 sondaggi geognostici di cui n. 17 eseguiti a carotaggio continuo e n. 1 eseguito a distruzione di nucleo, finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica delle litologie intercettate, con esecuzione di prove SPT in foro e prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico; di tali perforazioni n. 14 fori sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto e n. 3 con tubazione per l'esecuzione di prove down hole (n. 1 è stato ritombato);
- n. 76 prove penetrometriche SPT;
- n. 92 prelievi di campioni (tra indisturbati e rimaneggiati) nei sondaggi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- n. 29 prelievi di campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- n. 17 prove Lefranc;
- n. 2 prove penetrometriche statiche C.P.T.U. per la caratterizzazione dei terreni del sotto-suolo;
- n. 29 pozzetti esplorativi geotecnici;
- n. 29 prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi;
- n. 14 profili sismici a rifrazione.

#### 7.3.9.2 Schema geomorfologico

La nuova viabilità si sviluppa nella piana di Lucca, tra le quote comprese tra la minima di circa 9,0 m s.l.m. in località Frizzone e 38,6 m s.l.m. in località Ponte a Moriano. La pianura presenta una pendenza media pari al 0,24% lungo la direttrice NW-SE, passando da valori massimi di circa 0,4% nelle porzioni più a Nord a valori inferiori allo 0,15% nelle zone più meridionali.



La ricostruzione morfologica del piano campagna lungo il tracciato di progetto (cfr. profilo geologico) è stata ottenuta da un apposito rilievo.

La pianura di Lucca fa parte di uno dei bacini intermontani corrispondenti ad ampie depressioni tettoniche che cominciarono a delinearsi nell'Appennino settentrionale a partire dal Miocene superiore; tale depressione si trova nel prolungamento verso SE della struttura della vallata del Serchio ("Graben del Serchio") e sembra continuare, nella stessa direzione, con quella della Val d'Elsa. Essa comprende oggi due aree distinte, la piana di Lucca e la piana del sistema Pescia - Nievole, separate dalle colline di Montecarlo - Altopascio - Le Cerbaie, costituite da depositi di cicli lacustri e fluvio-deltizi di età pleistocenica. I rilievi che bordano la pianura sugli altri lati sono costituiti, a Sud-Ovest, da rocce appartenenti alle Successioni Toscane metamorfica e non metamorfica; a Nord-Ovest compaiono litotipi riconducibili sia alla successione Toscana non metamorfica, sia a formazioni alloctone del complesso delle "Liguridi s.l.". Nelle aree di raccordo pianura-rilievi, sono presenti depositi di conoide e alluvioni antiche terrazzate.

Nel sottosuolo della pianura di Lucca si registra la sovrapposizione dei depositi alluvionali del Pleistocene Superiore - Olocene sulle argille lacustri villafranchiane, affioranti alla base delle colline di Montecarlo. Un altro dato importante è rappresentato dalla continuità areale dell'orizzonte sabbioso-ghiaioso acquifero che si estende sotto tutta la pianura, anche se con spessori variabili. Il progressivo aumento dello spessore delle ghiaie, fino a valori massimi di oltre 40 m, lungo la direttrice Saltocchio - Lammari - Tassinano conferma che tale direttrice corrisponde a quella lungo la quale il Serchio ha esercitato per più lungo tempo la sua azione erosiva. In superficie, i depositi della pianura risultano costituiti da sedimenti prevalentemente limoso-sabbiosi nella porzione centrale, mentre si osservano depositi più fini, talora torbosi, nella porzione Sud orientale.

L'attuale corso del Serchio è in gran parte arginato e pensile sulla pianura alluvionale per cui, mentre è in grado di ricevere tutti gli affluenti posti in riva destra, lungo l'orlo dei rilievi Nord-occidentali, non altrettanto si verifica per gran parte delle acque superficiali in riva sinistra; su questa sponda il Serchio, dopo aver ricevuto immediatamente a valle di Ponte a Moriano il contributo del Torrente Fraga, che scende dal settore Ovest delle Pizzorne, non riceve più alcun affluente fino alla località di Rigoli, 4 km a valle di Filettole, dove si ha la confluenza nel fiume del Canale Ozzeri. Quest'ultimo costituisce, in pratica, il collettore di tutte le acque superficiali del settore Ovest della pianura di Lucca e dei corsi d'acqua che scendono dal corrispondente settore dei Monti Pisani (i più importanti sono il Rio di Vorno ed il Torrente Guappero). Il settore Est della pianura, ad oriente della congiungente le frazioni di S. Pietro a Vico - Picciorana - Antraccoli - Mugnano - Pontetetto che costituisce una linea spartiacque artificiale in prossimità della quale corre il tracciato del canale Ozzoretto tributario del citato Ozzeri, porta le sue acque verso il bacino di bonifica dell'ex Lago di Bientina. Ciò avviene sia mediante un altro canale collettore, il Rogio, sia con altri canali che raccolgono le acque dei corsi d'acqua provenienti dai rilievi di Nordest e di Est (Pizzorne, colline di Montecarlo - Altopascio).

La sistemazione idraulica della pianura, dopo l'arginatura definitiva del Serchio nel XVI secolo lungo il tracciato attuale, ha costituito sempre un grave problema, sia per l'incerta definizione di un vero e proprio spartiacque tra i settori orientale ed occidentale, sia per la difficoltà di smaltimento delle acque nella zona Sud-orientale da parte dell'Arno prima e del padule/lago di Bientina poi. Il problema fu in parte risolto nel secolo scorso con la costruzione di una botte sotto l'Arno per dare un corso indipendente fi-

no al mare all'emissario del Bientina e bonificare in massima parte l'alveo del lago. In pratica, se si considera il bacino imbrifero della pianura lucchese in sinistra del Serchio e del T. Fraga, ultimo suo affluente orientale, il 35% appartiene al sottobacino del collettore occidentale (Canale Ozzeri) ed il 65% ai collettori orientali (Canale Rogio - Fossa Nuova - Fossa Navareccia). Su tale situazione idraulica si viene poi a sovrapporre la rete dei canali irrigui, che complessivamente supera una lunghezza di 400 km, i quali derivano acqua dal Condotta Pubblico e che a sua volta è alimentato dal Serchio con un'apposita derivazione nella zona di Ponte a Moriano.

L'assetto idraulico della Pianura di Lucca è stato ben funzionante fino a circa cinquanta anni fa, vale a dire fin tanto che vi era praticata in modo intensivo l'agricoltura. Attualmente molti canali irrigui derivati dai principali non sono più efficienti o sono divenuti collettori di scarico per gli insediamenti civili e industriali che nel frattempo hanno occupato la pianura, così come scarsamente efficienti sono molti dei canali della bonifica del Bientina.

### 7.3.9.3 Successione stratigrafica e unità geologiche

Dall'analisi della Carta geologica della Piana di Lucca (Nardi, Nolledi, Puccinelli e Rossi, 1987) e del progetto CARG si nota che il tracciato di progetto si sviluppa pressoché unicamente all'interno della pianura di Lucca e sui depositi recenti del F. Serchio che la costituiscono.

Essendo un'area pressoché pianeggiante, caratterizzata dalla presenza di vaste zone urbanizzate alle quali si alternano aree a destinazione prevalentemente agricola, il riconoscimento delle litologie in affioramento si è potuto concentrare su alcune zone limitate, quali i laghetti di Lammari e i campi dove la coltivazione ha portato alla luce il terreno più profondo.

Tali depositi alluvionali, caratterizzati da una certa eterogeneità di facies verticale, diretta conseguenza della progressiva dissipazione dell'energia di trasporto mano a mano che si procede da Nord verso Sud, possono essere distinti nei seguenti litotipi, dall'alto verso il basso.

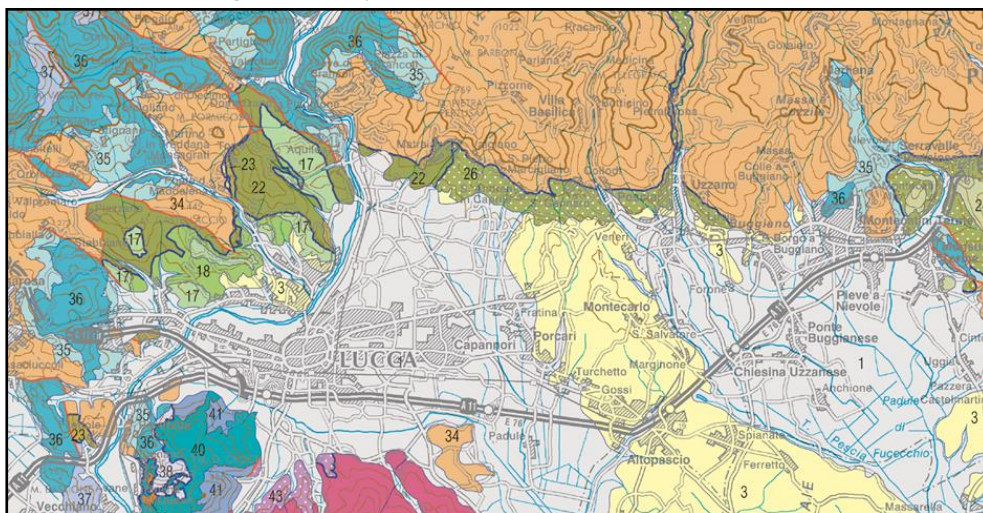


Figura 37. Particolare della geologia affiorante in un intorno dell'area in oggetto. (1-Depositi alluvionali; 3-Conglomerati, sabbie silt, argille e calcari di ambiente fluvio-lacustre; 17,18-Unità del Gottero; 22,23-Flysch ad Elmintoidi; 34-Macigno; 35-Scaglia Toscana; 40-Calcari a Nummuliti; 41-Marmo; 42-Quarziti; 44-Filladi).

1. *Depositi ghiaiosi e ciottolosi*

Affioranti o molto vicini alla superficie presso S. Pietro a Vico - S. Quirico di Moriano (Pleisto-cene sup. - Olocene): sono in affioramento nella parte apicale della antica "conoide alluvionale" creata dal Serchio al suo sbocco nella pianura nella zona di Saltocchio - S. Pietro a Vico. Il loro spessore è compreso di regola tra 10 m e 15 m in tale area e tende ad aumentare in direzione Sud-Sud Est, fino a superare i 40 m. Questi depositi tendono inoltre ad immergersi al di sotto di livelli più recenti, a granulometria più fine, man mano che ci si sposta verso valle. L'affioramento interessa parte della tratta Nord-Sud, tra i laghi di Lammari e la località Spadoni.

In particolare la formazione dei depositi a prevalente composizione ciottoloso-ghiaioso-sabbioso-limosa si rinviene, oltre che in affioramento nella parte apicale della conoide alluvionale immediatamente a valle dello sbocco del Serchio nella pianura, nell'intorno dell'asse viario. Affiorano inoltre sugli argini dei Laghetti di Lammari formati per lo sfruttamento di una cava e attualmente dedicati alla pesca sportiva.

2. *Depositi recenti prevalentemente limoso-sabbiosi e/o sabbioso-limosi ("Bellettone") e locali limi argillosi*

Costituiscono il sedimento alluvionale che in affioramento risulta più esteso, ricoprendo gran parte della pianura e dei fondovalle in essa confluenti. Il suo spessore tende ad aumentare da Nord verso Sud fino ad un massimo di una decina di metri nelle zone di Pontetetto - Vicopelago, a Sud-Ovest di Lucca. Interessa in affioramento tutto l'asse Ovest-Est, la porzione di asse Nord-Sud dalla rotonda di Antraccoli fino ai laghi di Lammari e la porzione di tratta Est-Ovest dalla rotonda di Antraccoli fino all'abitato di Tassignano.

3. *Depositi prevalentemente limoso-argillosi*

Occupano la porzione Sud-orientale della Piana di Lucca, morfologicamente più piatta, e rappresentano i depositi di zone con acque ristagnanti. Gli spessori, che tendono ad aumentare da Nord verso Sud, raggiungono il valore di circa 12-13 m nella zona a Sud di Porcari. L'affioramento interessa l'asse Est-Ovest da Tassignano fino al cavalcavia sull'Autostrada A11 ed alla successiva rotonda; interessa poi anche la Circonvallazione di Altopascio a partire dalla periferia della città fino all'altezza del Padule dei Moscheni.

4. *Depositi fluvio-lacustri*

Al di sotto delle precedenti formazioni sono presenti, infine, i depositi fluvio-lacustri che in letteratura sono attribuiti al ciclo lacustre di Montecarlo del Pleistocene inferiore (Villafranchiano superiore) costituiti prevalentemente da argille, argille sabbiose con lignite e da livelli di conglomerati, ciottoli arrossati, argille e al ciclo fluvio-lacustre di Ponte a Moriano - S. Macario (Pleistocene medio) rappresentati da argille e sedimenti ciottolosi a matrice sabbioso-argillosa.

Per la definizione dell'assetto geologico locale di dettaglio ci si è avvalsi principalmente delle indagini geognostiche e geofisiche; tali indagini hanno permesso di ricostruire l'assetto stratigrafico dei luoghi, definendo i litotipi presenti dal punto di vista litotecnico, sismico ed idrogeologico.

La distribuzione areale dei terreni rilevati, e sopra elencati, è riportata nella carta geologica (allegata alla documentazione progettuale), in cui sono indicate la sigla delle Unità litologico-deposizionali quaternarie/oloceniche (depositi alluvionali), le campagne di indagini pregresse (distinte per colore) e quelle

dell'agosto 2018 appositamente realizzate per il Progetto definitivo (a tal riguardo, si rimanda agli elaborati di progetto).

#### 7.3.9.4 Schema idrogeologico

Come già accennato in precedenza, il livello ghiaioso interposto tra il substrato "di base" prevalentemente argilloso (depositi fluvio-lacustri), e la copertura superficiale, limoso-sabbiosa e/o limoso-argillosa, è sede di un acquifero che trae alimentazione principalmente dal F. Serchio.

A tale falda attingono, oltre a pozzi privati e industriali, molti impianti acquedottistici pubblici non solo per il rifornimento locale, ma anche per l'approvvigionamento di altre province.

Per una parte si tratta di pozzi "romani", scavati a mano, con rivestimento in muratura o ad anelli, che raggiungono profondità comprese tra 5 e 15 m. Tali pozzi sono oggi poco utilizzati, salvo qualche uso agricolo locale. Altri pozzi molto diffusi sono quelli di tipo infisso, di piccolo diametro, che servono ampie aree non ancora servite dai pubblici acquedotti. Solo una piccola parte dei pozzi è del tipo trivellato, con profondità di solito superiori ai 20 m, ad uso potabile, industriale o irriguo.

I pozzi superficiali, del tipo "romano" o infisso, in genere non attraversano completamente l'acquifero; i pozzi trivellati invece sfruttano l'orizzonte sabbioso-ghiaioso nella sua interezza e, quando compaiono intercalazioni impermeabili, in ogni suo livello.

La falda sotterranea, che presenta una direzione di flusso da Nord a Sud con gradiente idraulico medio di circa il 3‰, assume carattere tipicamente freatico nella porzione settentrionale, dove affiorano i depositi permeabili sabbioso-ghiaiosi e sabbioso-limosi, mentre diviene semi-confinata procedendo verso Sud, a mano a mano che i sedimenti più permeabili risultano limitati verso l'alto dai depositi più fini a medio-bassa permeabilità.

La ricarica avviene in massima parte dal subalveo del F. Serchio ed in subordine dall'infiltrazione diretta, in particolare nella zona posta a Nord di Lucca, dove sono presenti in affioramento i depositi sabbioso-ghiaiosi acquiferi.

Dall'analisi della Carta della soggiacenza della falda (vedasi la figura seguente), che descrive la profondità della tavola d'acqua dal piano campagna relativamente al periodo novembre - dicembre 2000 (periodo di massima ricarica storica), si evince che i livelli di falda, nell'ambito del tracciato in progetto, si attestano alle profondità indicate nella tabella seguente.

Tabella 3. Profondità di soggiacenza della falda in riferimento ai diversi assi dell'intervento in progetto

<i>riferimento</i>	<i>soggiacenza (m)</i>
Adeguamento SS n° 12	3,0÷4,0
Asse Nord-Sud	1,5÷4,0
Intersezione Lucca Est	0,5
Asse Ovest-Est	0,5÷1,0
Intersezione di Antraccoli	1,5
Asse Est-Ovest	1,0÷1,5
Cavalcaferrovia FS	1,5

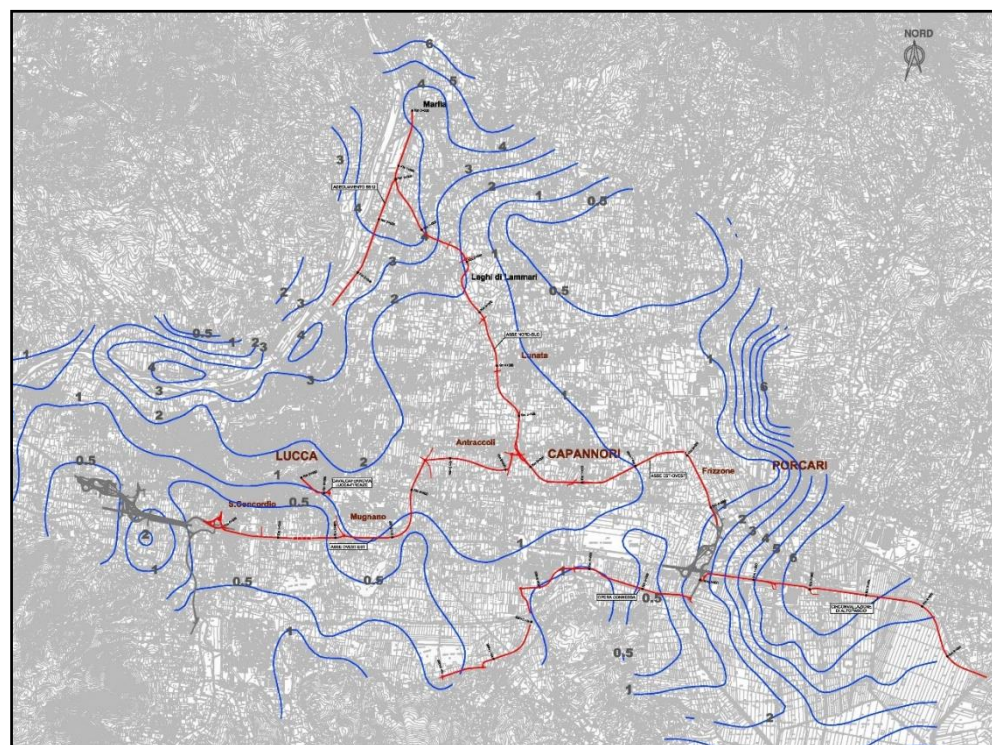


Figura 38. Carta della minima soggiacenza della falda - novembre 2000

Come accennato, le condizioni stratigrafiche dell'area fanno sì che la falda idrica sotterranea si presenti con caratteristiche freatiche nella porzione settentrionale in cui l'orizzonte ciottoloso-ghiaioso-sabbioso, che costituisce l'acquifero, risulta affiorante e non confinato verso l'alto da terreni a bassa permeabilità presenti solamente nella porzione meridionale, dove la falda potrebbe essere in pressione.

Nell'area di interesse della presente relazione, dati bibliografici indicherebbero il passaggio tra i diversi tipi di falda lungo una fascia passante da Tassignano a Porcari; le misurazioni eseguite all'interno dei piezometri realizzati in occasione della campagna di indagine agosto 2018, ed effettuate in condizioni di

magra, hanno consentito di ricostruire un andamento della tavola d'acqua localizzata a profondità dal p.c. comprese tra ca. 5,0 m nella parte Nord e 2,0 m. nella parte Sud.

L'analisi della letteratura idrogeologica consultata, unitamente alle prove eseguite durante le perforazioni dei sondaggi (prove Lefranc), hanno permesso di definire con opportuno dettaglio le caratteristiche idrogeologiche dei principali depositi presenti nel sottosuolo come di seguito descritti.

- LS – Depositi limoso sabbiosi ("Bellettone"), facenti parte delle alluvioni attuali e recenti. Sedimenti sciolti, con spessori variabili fino a qualche metro, caratterizzati da un'a permeabilità di tipo primaria. La loro permeabilità è variabile, da medio-bassa a medio, in funzione della granulometria estremamente fine dei sedimenti. I valori di permeabilità primaria vengono stimati tra  $1 \times 10^{-6}$  m/s ÷  $1 \times 10^{-5}$  m/s.
- LA – Depositi limoso argillosi di colore marrone ("Bellettone"), facenti parte delle alluvioni attuali e recenti. Sedimenti sciolti, con spessori variabili fino a qualche metro, caratterizzati da un'a permeabilità di tipo primaria. La loro permeabilità è variabile, da medio-bassa a medio, in funzione della granulometria estremamente fine dei sedimenti. I valori di permeabilità primaria vengono stimati tra  $1 \times 10^{-7}$  m/s ÷  $1 \times 10^{-6}$  m/s.
- CGSL – Depositi prevalentemente ghiaioso-ciottolosi con matrice sabbioso-limosa, delle alluvioni attuali e recenti. La permeabilità riscontrabile, di tipo primario, è definita da valori di k di circa  $1,5 \times 10^{-5}$  m/s ÷  $5,4 \times 10^{-5}$  m/s.
- GSL – Depositi plio-plesistocenici costituiti da ghiaie in matrice sabbiosa limosa con livelli in cui la componente sabbioso-limosa è prevalente. I valori di permeabilità primaria è compresa nel campo di variabilità  $1 \times 10^{-4}$  m/s ÷  $1 \times 10^{-6}$  m/s.
- A – Depositi plio-pleistocenici costituiti da argille, limi e limi sabbiosi, debolmente ghiaiosi con presenza di sottili livelli di materiale organico mineralizzato. La loro permeabilità è generalmente bassa, con valori di k stimati di  $1 \times 10^{-10}$  m/s ÷  $1 \times 10^{-11}$  m/s.

### 7.3.10 GEOTECNICA

Come specificato nei relativi elaborati progettuali, per la ricostruzione del modello geotecnico della porzione della piana di Lucca interessata dal tracciato in progetto, sono state prese in considerazione le indagini condotte per la redazione della presente fase progettuale, svolte nel 2018 e descritte nel precedente paragrafo, limitandosi ad adottare le indagini realizzate in sede di redazione del Progetto Preliminare, eseguite nel 2004, come base di confronto.

Nell'ambito della presente relazione, di carattere generale, si presenterà una sintesi dei parametri medi caratteristici ottenuti a seguito delle elaborazioni e considerazioni svolte sulle indagini sopra indicate per ogni litotipo individuato.

**Alluvioni superficiali (LSA)**

Le alluvioni più superficiali, indicate con la sigla LSA, affiorano su gran parte del tracciato in progettazione. In fase di progetto definitivo le prove di laboratorio utili alla caratterizzazione di questo materiale sono state limitate, pertanto, seppur ritenute meno attendibili, sono state utilizzate anche due delle prove della tipologia CPTU (in particolare la CPTU26 e la CPTU29).

*Tabella 4. Formazione LSA – Parametri geotecnici medi caratteristici*

<b>Parametri caratteristici</b>	
$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	19 ÷ 20.5
$c_u$ (kPa)	25÷80 per $z < 3.0\text{m}$ ~25 per $z > 3.0\text{m}$
$c'$ (kPa)	15÷25
$\Phi'$ (°)	28° ÷ 32°
$C_c$ (-)	~0.26
$C_s$ (-)	~0.03
$E_{ed}$ (MPa)	~ 3.7
$c_v$ (cm <sup>2</sup> /s)	4.4x10 <sup>-3</sup> ÷ 6.5x10 <sup>-3</sup>
$k$ (cm/s)	1.2x10 <sup>-7</sup> ÷ 1.8x10 <sup>-7</sup>
$v_s$ (m/s)	~ 3.7
$G_o$ (MPa)	~ 50
$E_o$ (MPa)	~ 100
$E_o/10$ (MPa)	~ 10

### Materiali incoerenti (GSL)

Il litotipo GSL, individuato al di sotto delle alluvioni superficiali, è costituito essenzialmente da sabbie e ghiaie in matrice sabbiosa fine.

Tabella 5. Formazione GSL – Parametri geotecnici medi caratteristici

Parametri caratteristici	
$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	18 ÷ 20
$D_R$ (%)	50÷100 per z=0÷15
	60÷80 per z=15÷30
$c'$ (kPa)	0÷10
$\Phi'$ (°)	30° ±36°
$G_o$ (MPa)	65 per z=0÷5 m
	130 per z=5÷10 m
	160 per z=10÷15 m
	225 per z>15 m
$E_o$ (MPa)	200 per z=0÷5 m
	400 per z=5÷10 m
	500 per z=10÷15 m
	650 per z>15 m
$E_o/10$ (MPa)	20 per z=0÷5 m
	40 per z=5÷10 m
	50 per z=10÷15 m
	65 per z>15
$E'_{25}$ (MPa)	30 per z=0÷5 m
	22 per z=5÷15 m
	30 per z>15 m
$k$ (m/s)	$1.7 \times 10^{-6} \div 1.2 \times 10^{-4}$



**Formazione "A"**

Si tratta di materiali coesivi, costituiti da argille e limi. Tali materiali sono stati intercettati a profondità molto variabili dal piano campagna, passando da 11 a circa 20 metri procedendo da Nord verso Sud; nel tratto Ovest-Est tali depositi si trovano a partire dalla profondità di circa 25,0 m dal p.c.; in ultimo nel tratto Est-Ovest la profondità a cui si intercetta lo strato di argille varia tra 11 e 35 m.

*Tabella 6. Formazione "A" - Parametri geotecnici medi caratteristici*

<b>Parametri caratteristici</b>	
$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	19 ÷ 21
$C_u$ (kPa)	150 ÷ 200
$c'$ (kPa)	30 ÷ 40
$\phi'$ (°)	25° ÷ 28°
OCR	1 ÷ 2
$e_0$ (-)	0.34 ÷ 0.79
$C_c$ (-)	0.11 ÷ 0.27
$C_s$ (-)	0.01 ÷ 0.07
$c_v$ (cm <sup>2</sup> /s)	$1.3 \times 10^{-4} \div 2.2 \times 10^{-3}$
$k$ (cm/s)	$2.0 \times 10^{-9} \div 2.4 \times 10^{-8}$
E ed	6 ÷ 15 MPa
	200 per $z=10 \div 22$ m
$G_0$ (MPa)	400 per $z=22 \div 27$ m 500 per $z > 27$ m
$E_0$ (MPa)	590 per $z=10 \div 22$ m 1250 per $z=22 \div 27$ m 1500 per $z > 27$ m
	59 per $z=10 \div 22$ m
$E'_0/10$ (MPa)	125 per $z=22 \div 27$ m 150 per $z > 27$ m

### 7.3.10.1 Verifica dei rilevati

Negli specifici elaborati di progetto, a cui si rimanda per maggiori dettagli, sono riportate la verifiche dei rilevati stradali, previsti con pendenza definitiva delle scarpate pari a 3/2 (H/V) e, in linea generale, con altezze maggiori ben al di sopra di 2 m ( $h \gg 2m$ ). Si sottolinea che, essendo i litotipi più superficiali (le alluvioni) di caratteristiche piuttosto scadenti, è stato necessario prevedere un adeguato strato di bonifica, per lo spessore del quale, tuttavia, si rimanda allo specifico elaborato (Relazione Geologica).

I parametri di calcolo adottati nelle verifiche sono riportati sinteticamente nella tabella seguente.

*Tabella 7. Parametri geotecnici di progetto*

Terreni Tipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'_u$ (M2) kPa	$c'_d$ (M2) kPa	$\phi'_d$ (M2) [°]
Alluvioni (LSA)	19	28	16	20
Sabbie e ghiaie (GSL)	19	-	0	28
Argille (A)	19	107	24	20

Nell'area interessata dal tracciato, nel corso delle indagini eseguite, la falda è stata rilevata nei primi 5 m dal piano campagna, pertanto nelle analisi è stata considerata a 3 m dal p.c.

Per quel che concerne la verifica in termini di funzionalità dei rilevati, si è valutato il massimo cedimento teorico, da scontare a termine lavori, che deve risultare inferiore al 10% del totale a fine consolidazione, e comunque inferiore a 5 cm, così come indicato nelle norme tecniche ANAS.

Per i differenti tratti del tracciato di progetto sono stati stimati, dunque, i cedimenti dei rilevati nelle condizioni di massimo carico. Si è inoltre prestata attenzione alle successioni lito-stratigrafiche più critiche nelle quali le alluvioni superficiali presentano spessori superiori ai 3 m.

A tal fine, si sottolinea che i rilevati di progetto presentano altezze molto variabili. L'asse Nord-Sud e l'asse Est-Ovest, in particolare, vedono rilevati di altezza dell'ordine dei 9 m, mentre sull'asse Ovest-Est non si superano i 5 m.

Dai valori stimati in sede progettuale, si evince che l'asse Est-Ovest presenta i cedimenti maggiori, richiedendo, dunque, una bonifica pari ad almeno 80 cm. Inoltre, a seguito della costruzione bisognerà attendere lo sconto dei cedimenti che avverrà nell'arco temporale di sei mesi.

È stato altresì valutato il cedimento di consolidazione secondaria per la formazione LSA, prendendo a riferimento la condizione più gravosa. In particolare, per un tempo di riferimento di 10 anni si è ottenuto un cedimento di creep pari a circa 10.9 mm per uno spessore della formazione LSA di 6.2 m. Se si considera che verranno comunque eseguite anche opere di bonifica, il cedimento secondario si riduce a circa 9.5 mm. Si può concludere, dunque, che i valori determinati dei cedimenti di consolidazione secondaria sono pressoché trascurabili.

Infine, sono state eseguite le verifiche di stabilità globale dei rilevati ricorrendo alla teoria dell'equilibrio limite, mediante l'ausilio del programma di calcolo GeoStudio 2012, scegliendo, tra i metodi di calcolo disponibili, il metodo di Bishop.

Le verifiche sono state condotte in accordo alla normativa vigente (NTC 2018), sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche nelle sezioni ritenute più significative. Tali sezioni sono state modellate geometricamente, ad ognuna è stata assegnata la stratigrafia desunta dal modello geotecnico del sottosuolo. Per le analisi in condizioni statiche è stata considerata la presenza di un sovraccarico stradale ( $q_k = 20$  kPa), amplificato del fattore 1.5 ( $q_d = 30$  kPa).

La verifica a stabilità globale si considera soddisfatta quando la superficie di scorrimento più critica fra quelle possibili corrisponde ad un fattore di sicurezza  $\geq 1.1$  in condizioni statiche e  $\geq 1.2$  in presenza di sisma.

Come evincibile dalla seguente tabella, tale verifica risulta soddisfatta per tutte le sezioni di scorrimento critiche afferenti ai diversi rilevati di progetto.

*Tabella 8. Sintesi dei risultati delle verifiche di stabilità globale dei rilevati*

<u>Asse Nord-Sud</u>		
<u>Sezione 49</u>		
- Condizioni statiche:	$R_d / E_d =$	1.59 > 1.1
- Condizioni sismiche ( $k_v$ positivo):	$R_d / E_d =$	1.55 > 1.2
- Condizioni sismiche ( $k_v$ negativo):	$R_d / E_d =$	1.64 > 1.2
<u>Sezione 218</u>		
- Condizioni statiche:	$R_d / E_d =$	1.53 > 1.1
- Condizioni sismiche ( $k_v$ positivo):	$R_d / E_d =$	1.73 > 1.2
- Condizioni sismiche ( $k_v$ negativo):	$R_d / E_d =$	1.83 > 1.2
<u>Asse Ovest-Est</u>		
<u>Sezione 32</u>		
- Condizioni statiche:	$R_d / E_d =$	1.76 > 1.1
- Condizioni sismiche ( $k_v$ positivo):	$R_d / E_d =$	1.93 > 1.2
- Condizioni sismiche ( $k_v$ negativo):	$R_d / E_d =$	2.05 > 1.2
<u>Asse Est- Ovest</u>		
<u>Sezione 182</u>		
- Condizioni statiche:	$R_d / E_d =$	1.53 > 1.1
- Condizioni sismiche ( $k_v$ positivo):	$R_d / E_d =$	1.22 > 1.2
- Condizioni sismiche ( $k_v$ negativo):	$R_d / E_d =$	1.29 > 1.2

### 7.3.11 IDRAULICA

Come riportato negli elaborati progettuali inerenti alla disciplina in oggetto, in particolare nella “Relazione idrologica” e nella “Relazione di compatibilità idraulica”, l'area interessata dagli interventi in oggetto è caratterizzata da una fitta rete di canalizzazioni sia a scopo irriguo che di drenaggio superficiale, che vanno ad interferire con i nuovi assi viari. La ricognizione delle interferenze dei tracciati stradali (nuovi ed esistenti) con il reticolo idrografico superficiale è stata effettuata in prima battuta consultando dal sito ufficiale della Regione Toscana (all'indirizzo web: [http://geoportale.lamma.rete.toscana.it/reticolo\\_enti\\_gestori/](http://geoportale.lamma.rete.toscana.it/reticolo_enti_gestori/)) la mappa del Reticolo idrografico e di gestione, individuato dalla Regione stessa attuando quanto disposto dalla Legge regionale 79/2012 (approvato la prima volta nel 2013 e aggiornato con Delibera di Consiglio 101/2016). Successivamente al citato aggiornamento, il reticolo è stato adeguato esclusivamente dal punto di vista tecnico, con modifiche minime rispetto alla consistenza chilometrica complessiva - meno di 10 Km su tutto il territorio regionale.

Il reticolo idrografico interferente con le opere in progetto è costituito dai seguenti corsi d'acqua:

- Fiume Serchio (principale);
- Canale Ozzoretto (secondario);
- Rio Arpino (secondario);
- Rio del Frizzone (secondario).

Il Fiume Serchio in realtà non interferisce direttamente con gli interventi, bensì la sua area golenale corre parallelamente all'attuale S.S. 12 sulla quale sarà innestata la nuova rotatoria di inizio dell'asse Nord-Sud. Per questo corso d'acqua è stata eseguita una simulazione in moto permanente modellando un tratto di lunghezza 2500 m.



Figura 39. Rotatoria S.S. 12 – Fiume Serchio

Per quanto riguarda i corsi d'acqua secondari, le interferenze rilevate sono in parte preesistenti (in quanto già insistono sui tratti stradali esistenti) e in parte sono derivanti dalla realizzazione dell'intervento in oggetto. A tal riguardo, si rimanda alla seguente tabella riassuntiva della situazione delle interferenze, allo stato attuale e in condizioni di progetto, circa i corsi d'acqua secondari.

*Tabella 9. Sintesi delle interferenze attuali e di progetto con la rete idrica secondaria*

	<b>Interferenza attuale</b>	<b>Interferenza di progetto</b>
<b>Canale Ozzoretto</b>	Svincolo Antraccoli	Rotatoria Antraccoli
	Via della Madonna	Via della Madonna (Asse Ovest-Est Tratto 1)
	-	Asse Ovest-Est Tratto 2
<b>Rio Arpino</b>	S.P. Romana	S.P. Romana (Asse Est –Ovest)
<b>Rio del Frizzone</b>	S.P. Romana	S.P. Romana (Asse Est –Ovest)
	Via del Frizzone	Via del Frizzone (Asse Est –Ovest)

Per esigenze dettate sia dalle verifiche idrauliche che dalle nuove configurazioni dei tracciati stradali, si è reso necessario intervenire sulle attuali sistemazioni dei citati canali sia ampliando la sezione degli attraversamenti esistenti, per renderli compatibili con i futuri adeguamenti alle portate idrologiche duecentennali, sia deviando i corsi d'acqua (ove strettamente necessario). Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio (T00ID01IDRDI01-02A per il canale Ozzoretto, T00ID02IDRDI01-02A per il Rio Arpino e T00ID03IDRDI01-02A per il Rio del Frizzone).

Infine, si fornisce il seguente schema di sintesi delle opere di attraversamento principali del reticolo idrografico.

*Tabella 10. Sintesi delle opere di attraversamento del reticolo idrografico interferito in progetto*

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Ubicazione</b>	<b>Tipologia opera progetto</b>	<b>Dimensioni Bxh</b>
Canale Ozzoretto	Rot. Antraccoli	Ponte	15.0 x 2.80
Canale Ozzoretto	Rot. Antraccoli	canale aperto	15.0 x 2.80
Canale Ozzoretto	Rot. Antraccoli	Ponte	15.0 x 2.80
Canale Ozzoretto	Via Madonna	Scatolare	10.0 x 2.60
Rio Arpino	Via Romana pr. 2+975.8	Scatolare	7.00 x 2.30
Rio del Frizzone	Via Romana pr. 3+120	Scatolare	7.00 x 2.25

Per i dettagli circa le verifiche idrauliche dei corsi d'acqua precedentemente menzionati, sia nello stato di fatto che in quello di progetto, eseguite sia con modello monodimensionale in moto permanente (codice di calcolo HecRAS) che con modello bidimensionale in moto vario (codice di calcolo InfoWorks), si rimanda ai capitoli 6 e 7 della specifica "Relazione di compatibilità idraulica".

### 7.3.12 SISMICA

Nel presente paragrafo si riportano, in estrema sintesi, i principali dati e parametri necessari all'individuazione delle azioni sismiche di progetto adottate per il dimensionamento delle strutture dell'intervento.

- Coordinate geografiche dell'intervento (Comuni di Lucca e Capannori): long. 10.600732, lat. 43.833144;
- Vita nominale pari a 50 anni;
- Classe d'Uso III, coefficiente d'uso 1.5;
- Vita utile di riferimento pari a 75 anni;
- Categoria di sottosuolo (ottenuta dall'elaborazione delle n. 3 prove Down-Hole eseguite): tipo "C" (depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s).

*Tabella 11. Valori dei parametri caratteristici dello spettro di risposta elastico per suolo rigido e per differenti Stati Limite di progetto (riferiti al sito di interesse)*

Stato Limite	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T^*_c$ [s]
SLO	45	0.051	2.559	0.250
SLD	75	0.061	2.585	0.266
SLV	712	0.147	2.376	0.294
SLC	1462	0.185	2.387	0.303

Dai dati sopra riportati, si ottengono i seguenti valori dell'accelerazione al sito:

*Tabella 12. Accelerazione massime in sito in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica*

Stato Limite	$T_R$ [anni]	$a_{max}$ [g]	$S_s$ [-]
SLO	45	0.077	1.500
SLD	75	0.092	1.500
SLV	712	0.220	1.490
SLC	1462	0.265	1.435

### 7.3.13 IMPIANTI TECNOLOGICI

Il progetto del nuovo sistema tangenziale di Lucca prevede le dotazioni impiantistiche elencate e brevemente descritte nel seguito.

#### 7.3.13.1 Illuminazione delle intersezioni a raso

Si considerano zone oggetto di intervento le intersezioni a raso con la tangenziale, realizzate mediante corsie di ingresso e di uscita e le intersezioni a T con segnaletica verticale di “stop” o “dare precedenza”. In generale, gli elementi che compongono l'intersezione lineare a raso o a livelli sfalsati, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, sono stati illuminati adottando impianti appartenenti alle categorie illuminotecniche della serie C, indicate nella norma UNI EN 13201-2 del 2016.

#### 7.3.13.2 Illuminazione delle intersezioni a rotatoria

Sono presenti n. 8 rotatorie di nuova realizzazione, suddivise in base alle caratteristiche geometriche in due tipologie:

- Tipo 1: diametro esterno pari a 50,00 m (denominate “S.S. 12”, “Ovest Antraccoli”, “Est Antraccoli”, “S.P. Madonnina” e “Ospedale S. Luca”);
- Tipo 2: diametro esterno pari a 40,00 m (denominate “Ville”, “Pesciatina” e “Comunale”).

Le rotatorie di tipo 1 saranno illuminate con 5 corpi illuminanti equidistanti, mentre per quelle di tipo 2 sono sufficienti 4 corpi illuminanti. Le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, devono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie C, indicate nella norma UNI EN 13201-2 del 2016.

#### 7.3.13.3 Impianti elettrici

L'energia viene fornita, attraverso distinte forniture in bassa tensione, ai nuovi quadri elettrici ubicati in ogni area di svincolo, ed al quadro elettrico in cabina a servizio della galleria artificiale, aventi le seguenti caratteristiche:

- Frequenza 50 Hz;
- Tensione nominale 230/400 V;
- L'impianto è del tipo TT.

### **7.4 MITIGAZIONI AMBIENTALI**

Con l'obiettivo di **integrare l'intero progetto infrastrutturale con il territorio** circostante minimizzando e riducendo i possibili impatti, sono stati previsti una serie di **interventi di inserimento paesaggistico-ambientale**, brevemente descritti nel seguito ed oggetto di specifici elaborati progettuali, perfezionati, rispetto a quanto previsto nella precedente fase di progettazione, ottemperando alle richieste pervenute dal CIPE a seguito dell'approvazione del Progetto Preliminare.

#### **7.4.1 INTERVENTI DI MITIGAZIONE – OPERE A VERDE**

Le misure di mitigazione previste sono state proposte in relazione alle analisi condotte circa gli impatti, derivanti dalla realizzazione del progetto, sulle componenti ambientali.

Le analisi hanno evidenziato la necessità di misure di mitigazione e inserimento ambientale, rispetto alle seguenti componenti:

- Paesaggio (per gli impatti visivi percettivi);

- Vegetazione (per mitigare e compensare la perdita di naturalità connessa con la realizzazione della piattaforma stradale);
- Acque superficiali (opere di presidio idraulico).

Un corretto intervento di mitigazione che, come nel caso in esame, intenda utilizzare la copertura vegetale, non può prescindere dall'esame delle principali caratteristiche ambientali dell'area. In relazione a queste considerazioni, risulta indispensabile, tenere conto dell'importante **funzione paesaggistica associata ai nuovi elementi vegetali proposti nel progetto di mitigazione**.

Gli interventi di mitigazione e le diverse opere a verde producono il loro effetto subito dopo la messa a dimora. Mitigazione che procede nel tempo con l'evoluzione degli esemplari vegetali. Nel caso in esame, **la progettazione degli interventi di mitigazione segue gli indirizzi progettuali condensati nel lavoro della Provincia a valle della D.G.R. n. 1020 del 17 ottobre 2005**.

La progettazione degli interventi a verde è stata condotta tenendo conto delle esigenze di sicurezza, del mantenimento e riqualificazione degli ambiti degradati, del contenimento dei livelli di intrusione visiva nei principali bacini visuali o dell'aumento della capacità di mascheramento, dell'utilizzo di specie autoctone tipiche della vegetazione presente e/o potenziale delle aree attraversate.

Il criterio di utilizzare specie autoctone, tipiche della vegetazione potenziale e attuale delle aree attraversate, è ormai ampiamente adottato nelle opere di ripristino e mitigazione ambientale.

Le misure di mitigazione individuate ed esposte di seguito sono state definite in relazione agli elementi ricavati in sede di progettazione dell'opera, anche in considerazione delle peculiari esigenze dei siti attraversati emerse durante l'approfondimento dei temi progettuali. Particolare importanza hanno rivestito, in tal senso, i sopralluoghi botanico-vegetazionali specificamente condotti lungo l'intero tracciato e nelle aree circostanti. Ciò ha, infatti, consentito di validare alcuni dati bibliografici disponibili e di verificare direttamente in campo le associazioni floristico-vegetazionali presenti nei siti e lungo le viabilità esistenti. Gli interventi a verde sono da considerarsi scevri da qualsiasi interpretazione di tipo meramente estetico e sono finalizzati a:

- contenere i livelli di intrusione visiva nei principali bacini visuali;
- integrare l'opera in modo compatibile al sistema naturale circostante;
- ricomporre le aree su cui insiste l'infrastruttura, mantenendo le configurazioni paesaggistiche preesistenti.

Le sistemazioni con **opere a verde prevedono interventi diversificati in funzione delle:**

- **tipologie costruttive previste dal progetto;**
- **condizioni ambientali di inserimento.**

A ciascuna tipologia di intervento corrisponde una specifico sequenza di azioni di progetto. Gli interventi di mitigazione sono eseguiti nelle superfici intercluse, lungo i margini stradali e in aree prossime la strada in cui ricreare dei veri e propri ambienti. Per il dettaglio di quanto previsto nei singoli ambiti di intervento si rimanda agli elaborati specialistici ed in particolare ai contenuti dell'elaborato T00IA01AMBRE01\_A – Relazione Descrittiva degli Interventi di Inserimento Paesaggistico ed ambientale ed i relativi elaborati grafici.



Si specifica in questa sede che la manutenzione post impianto e la manutenzione ordinaria cureranno la potatura, il contenimento, le eventuali esigenze di abbattimento e/o taglio a raso, la pulizia degli impianti. L'uso di materiale non biodegradabile (materiali plastici, metalli, etc.) è escluso o minimizzato, in ogni caso ogni parte non biodegradabile al 100% viene rimossa e avviata alla filiera di trattamento della relativa tipologia di rifiuto. È comunque esplicitamente escluso l'uso di pacciamature, tutori, legacci, shelter di tipo non biodegradabile al 100%. L'uso di prodotti di sintesi chimica (erbicidi, disseccanti, pesticidi, etc.) sarà evitato con il ricorso all'alternativa organica (ammessa dai protocolli di agricoltura biologica) ogni volta che sia possibile e/o allo sfalcio meccanico.

Gli interventi di mitigazione sono eseguiti nelle aree intercluse e sui margini stradali, ovvero su superfici di pertinenza dell'infrastruttura stradale in esame.

I principali interventi rientranti nella presente categoria sono:

- inerbimenti;
- piantagione di siepi arbustive;
- piantagione di Specie arboree;
- sistemazione ambientale rotatorie e aiuole spartitraffico;
- rivestimento muri.

#### 7.4.2 INTERVENTI DI RIPRISTINO E SISTEMAZIONE AMBIENTALE E CANTIERIZZAZIONE

Nell'ambito del progetto definitivo del Sistema Tangenziale alla città di Lucca sono state individuate le seguenti **aree di cantiere**.

Il cantiere base è stato individuato in prossimità del progetto, in posizione baricentrica tra gli assi Ovest-Est ed Est-Ovest, nella località di S. Margherita, nel comune di Capannori. Tale area occupa una superficie di circa 10800 mq, attualmente a destinazione d'uso agricola (sono presenti seminativi irrigui e non irrigui). Al suo interno sono concentrati tutti i servizi generali di riferimento per la realizzazione delle opere previste nonché gli alloggi per il personale. Con particolare riferimento alla Delibera del CIPE, secondo cui tutte le acque intercettate e drenate durante le fasi di esecuzione devono essere rilasciate solo dopo apposito trattamento depurativo, si è previsto l'inserimento del disoleatore all'interno del cantiere base. I cantieri operativi sono direttamente al servizio della produzione e sono quindi attrezzati con installazioni per lo svolgimento di attività lavorative. Con particolare riferimento alla Delibera del CIPE, secondo cui tutte le acque intercettate e drenate durante le fasi di esecuzione devono essere rilasciate solo dopo apposito trattamento depurativo, si è previsto l'inserimento del disoleatore all'interno di tutti i cantieri operativi, ovvero:

- cantiere operativo identificato dal codice CO\_01, individuato in prossimità dell'area di intervento, sul ramo Nord-Sud, nella località di Ponte a Moiano, nel comune di Lucca (superficie di circa 9800 mq, attualmente a destinazione d'uso agricola);
- cantiere operativo identificato dal codice CO\_02, individuato in prossimità del ramo Nord-Sud, nella località di Picciorana, nel comune di Lucca (superficie di circa 9000 mq, attualmente a destinazione d'uso agricola);
- cantiere operativo identificato dal codice CO\_06, individuato sul ramo Est-Ovest, nella località di Frizzone, nel comune di Capannori (superficie di circa 6100 mq, attualmente a destinazione d'uso agricola).

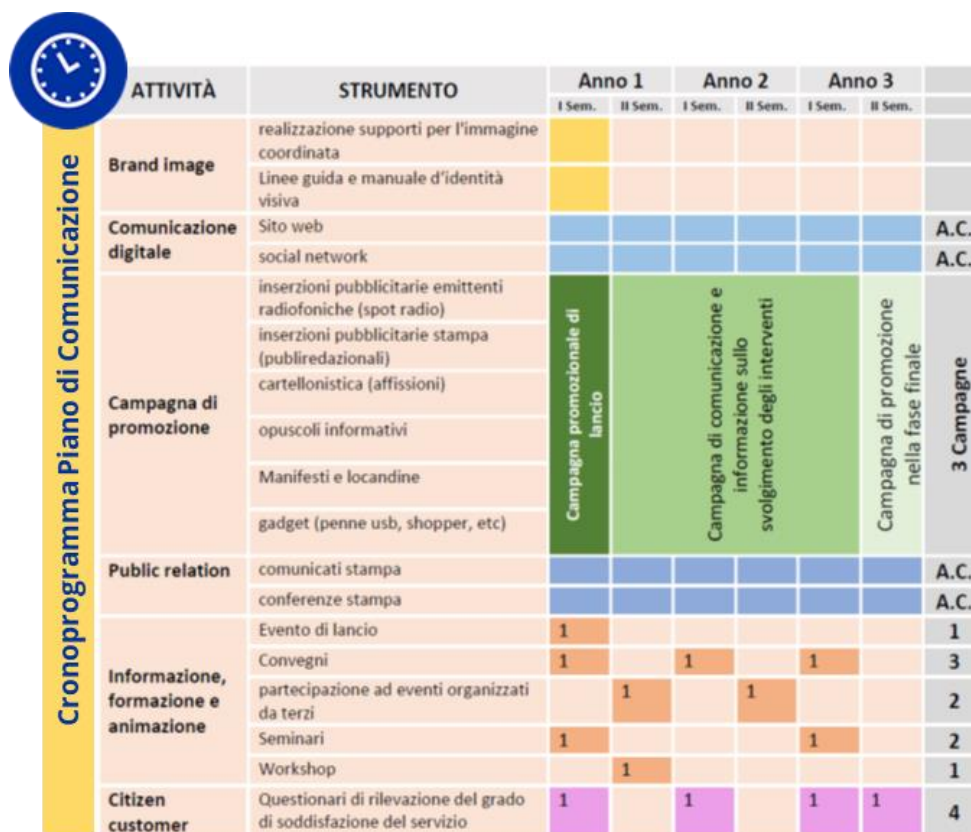
Per le aree sopraindicate, al fine di salvaguardare e garantire il ripristino delle stesse e poterle restituire al loro precedente uso, il progetto definitivo in esame ha previsto le seguenti lavorazioni, da eseguirsi nell'ordine indicato:

- lavorazione del terreno;
- fornitura e spandimento ammendante organico;
- lavorazione di finitura;
- sovescio (impianto di una coltura erbacea destinata ad essere totalmente interrata in funzione fertilizzante della coltura che la succede).

Le principali problematiche di impatto ambientale sono legate essenzialmente ad impatti visivi ed alterazioni della morfologia e/o della qualità del territorio su cui insisteranno i cantieri, per un periodo comunque limitato nel tempo. I suoli occupati temporaneamente in fase di cantiere saranno restituiti agli usi preesistenti, I terreni da restituire agli usi agricoli, se risulteranno compattati durante la fase di cantiere, saranno lavorati prima della ristrutturazione degli orizzonti rimossi.

Per il dettaglio sulle operazioni di ripristino delle aree di cantiere si rimanda si rimanda ai contenuti dell'elaborato T00IA36AMBRE01\_A – Relazione Paesaggistica.

La viabilità connessa con le attività specifiche di cantiere interessa per lo più strade già esistenti, **limitando la realizzazione di nuove piste** solo per raggiungere le aree di lavorazioni difficilmente accessibili. I percorsi di collegamento tra i cantieri e le Cave/Discariche sono strutturati lungo le strade principali, l'attraversamento dei mezzi di approvvigionamento lungo le viabilità locali e/o interpoderali è ridotto al minimo. Infatti, con l'obiettivo di creare il minor disturbo sulla rete stradale, già critica, si è scelto di **sfruttare il tracciato del futuro asse nord-sud come percorso per il trasporto dei materiali**. Tale soluzione consente di non aumentare gli espropri, conseguentemente si avrà una **minor sottrazione di territorio agricolo** per la creazione di piste parallele al cantiere. Negli specifici elaborati di cantierizzazione sono stati analizzati i percorsi per l'approvvigionamento, il conferimento e il recupero dei materiali, prediligendo strade principali con adeguata sezione stradale quali: SP 20, SS 12, SP Romana e via Frizzone; a queste, per equilibrare e distribuire i flussi e le movimentazioni, eventualmente si aggiungono viale Europa, via di Pesciatina, SP Madonnina, SP3 e SP25.



ATTIVITÀ	STRUMENTO	Anno 1		Anno 2		Anno 3		
		I Sem.	II Sem.	I Sem.	II Sem.	I Sem.	II Sem.	
Brand image	realizzazione supporti per l'immagine coordinata							
	Linee guida e manuale d'identità visiva							
Comunicazione digitale	Sito web							A.C.
	social network							A.C.
Campagna di promozione	inserzioni pubblicitarie emittenti radiofoniche (spot radio)							3 Campagne
	inserzioni pubblicitarie stampa (publireddazionali)							
	cartellonistica (affissioni)							
	opuscoli informativi							
	Manifesti e locandine							
	gadget (penne usb, shopper, etc)							
Public relation	comunicati stampa							A.C.
	conferenze stampa							A.C.
Informazione, formazione e animazione	Evento di lancio	1						1
	Convegni	1		1		1		3
	partecipazione ad eventi organizzati da terzi		1		1			2
	Seminari	1				1		2
	Workshop		1					1
Citizen customer	Questionari di rilevazione del grado di soddisfazione del servizio	1		1		1	1	4

Figura 40 Cronoprogramma relativo al Piano di Comunicazione da sviluppare in corso di Progetto Esecutivo.

Gli interventi di progetto, le problematiche legate alla realizzazione dell'opera e la presenza di particolari risorse endogene del territorio, richiedono una **visione compiuta e coerente**, nonché una **comunicazione mirata e strutturata**. A tal fine Anas S.p.A. proporrà nel progetto esecutivo un **piano di comunicazione ed informazione durante l'esecuzione dei lavori**, per informare e comunicare gli interventi in modo chiaro ai cittadini, coinvolgendoli in una serie di attività, di cui al cronoprogramma che segue.

### 7.4.3 INTERVENTI DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE

Le opere di compensazione sono finalizzate a ridurre e a riequilibrare gli impatti negativi dell'infrastruttura sul territorio. Gli interventi operati sono stati mirati alla salvaguardia attiva del territorio aperto continuo alle aree urbane, la quale costituisce un fattore strategico per la sostenibilità dello sviluppo urbano stesso e per la qualificazione dell'ambiente insediativo, dal punto di vista ambientale, paesaggistico ma anche agro-alimentare. L'obiettivo è stato quello di riqualificare spazi di territorio marginalizzato sia dal punto di vista ambientale e paesaggistico sia da un punto di vista agricolo e funzionale.

Gli ambiti di compensazione ambientale individuati ai margini del tracciato di progetto sono due e ricadono entrambi nell'asse Nord-Sud.

Il primo ambito presente nell'asse Nord-Sud è ricompreso tra il km 2+330 il km 2+960 circa, in corrispondenza dei Laghi dei Lammari, ove il territorio necessita di interventi di ricucitura del corridoio ecologico della Piana. Si tratta di tre aree a cavallo dell'opera di progetto per un totale di ca 54.000 mq (5.4

ha). Le aree ad Est dell'infrastruttura individuate già a partire dallo SIA e confermate negli interventi di mitigazione del Progetto definitivo (come richiesto anche dalle prescrizioni del CIPE) sono rispettivamente:

- l'ambito che si sviluppa tra il km 2+410 ed il km 2+680 circa di 21.000 mq (2.1 ha) per il quale si prevede la riqualificazione dei fossi irrigui (TS) presenti e la realizzazione di siepi campestri (tipologico TV8) e filari campestri (tipologico TV9);
- l'ambito che va dal km 2+680 al km 2+7750 circa di 3.750 mq (0.375 ha) per la quale è stato previsto un intervento di piantumazione di essenze arboree tipiche del populo-salucetum con lo scopo di potenziare la rete ecologica presente;
- l'ambito che va dal km 2+680 al km 2+940 circa di 17.000 mq (1.7 ha) per la quale sono stati previsti interventi di riqualificazione dei fossi e ripristino delle siepi e dei filari come nel primo ambito.

L'area ad Ovest dell'infrastruttura comprende un unico ambito, si sviluppa dal km 2+330 al km 2+760 circa e ha un'estensione di 29.780 mq (2.97 ha) per la quale si prevede l'intervento compensativo omogeneo di riqualificazione dei fossi (TS) e ripristino delle siepi e filari ai margini degli stessi fossi irrigui e al margine dei campi (TV8, TV9).

Tale ambito nasce dall'esigenza di dare a questa porzione di territorio una valenza di centralità funzionale; i laghetti rappresentano potenzialmente il centro di un'importante area naturale da tutelarsi attraverso la salvaguardia degli elementi naturali presenti sia ai margini dei campi coltivati sia dei fossi e canali irrigui. L'intervento di piantumazione di un soprassuolo arboreo caratterizzato da presenza di specie tipiche delle fasce ripariali si colloca in questo contesto proprio con la finalità di accrescere l'indice di naturalità di questa area e potenziare la rete di corridoio ecologici che viene interferita dalla realizzazione dell'infrastruttura in progetto.



Figura 41. Aree compensative Asse Nord-Sud (primo ambito) - km 2+330 il km 2+960 (in magenta un attraversamento faunistico)

Il secondo ambito presente nell'asse Nord-Sud è ricompreso tra la km 4+370 al km 4+920 circa, a Nord dell'Intersezione a raso di Antraccoli, in un'area in cui gli interventi sono finalizzati al recupero dell'identità del territorio agricolo, oramai residuo. Si tratta di due aree a cavallo dell'infrastruttura di progetto per un totale di 28.100 mq (2.81 ha).

L'area ad Est si compone di tre ambiti soggetto a interventi differenti.

- Il primo ambito ricade tra la km 4+370 e la km 4+530 ha un'estensione di 4.830 mq (0.48 ha) in cui si prevedono la riqualificazione dei fossi irrigui (TS) e la piantumazione di siepi rustiche (TV8);
- Il secondo ambito ricade tra la km 4+450 e la km 4+640 ed ha una estensione di 9.272 mq (0.92 ha) ed è soggetto a intervento di piantumazione di specie arboree tipiche del populo-salicetum (TV7);
- Per l'ultimo ambito ad Est dell'infrastruttura si replica l'intervento di riqualificazione delle aree agricole con interventi su fossi irrigui e siepi dalla km 4+640 alla km 4+820 su un'area di 14.000 mq (1.4 ha).

L'area ad Ovest, invece, è rappresentata da un unico ambito di 5925 mq (0.59 ha) nella quale sono previsti interventi sul paesaggio agricolo (TS, TV8).

Al fine di integrare l'infrastruttura con il territorio e di ridurre l'impatto si propone un intervento areale che ha come scopo quello di valorizzare e salvaguardare gli elementi connotativi del paesaggio tipico della Piana di Lucca. Il tracciato di progetto intercettando un varco di territorio agricolo può costituire un elemento di cesura della Piana. L'ambito individua aree agricole intercettate dall'infrastruttura con l'obiettivo di realizzare uno spazio disegnato e strutturato; attraverso il ricorso di interventi di tutela e di ripristino degli elementi primari della matrice rurale storica mirati alla riqualificazione della zona si cerca di eludere il possibile impoverimento delle componenti paesaggistiche e dell'identità dei luoghi. Come

per l'area compensativa più a Nord anche in questo ambito si è scelto di inserire un intervento di riforestazione con specie tipiche delle fasce ripariali in modo da aumentare il valore ecologico della Piana.

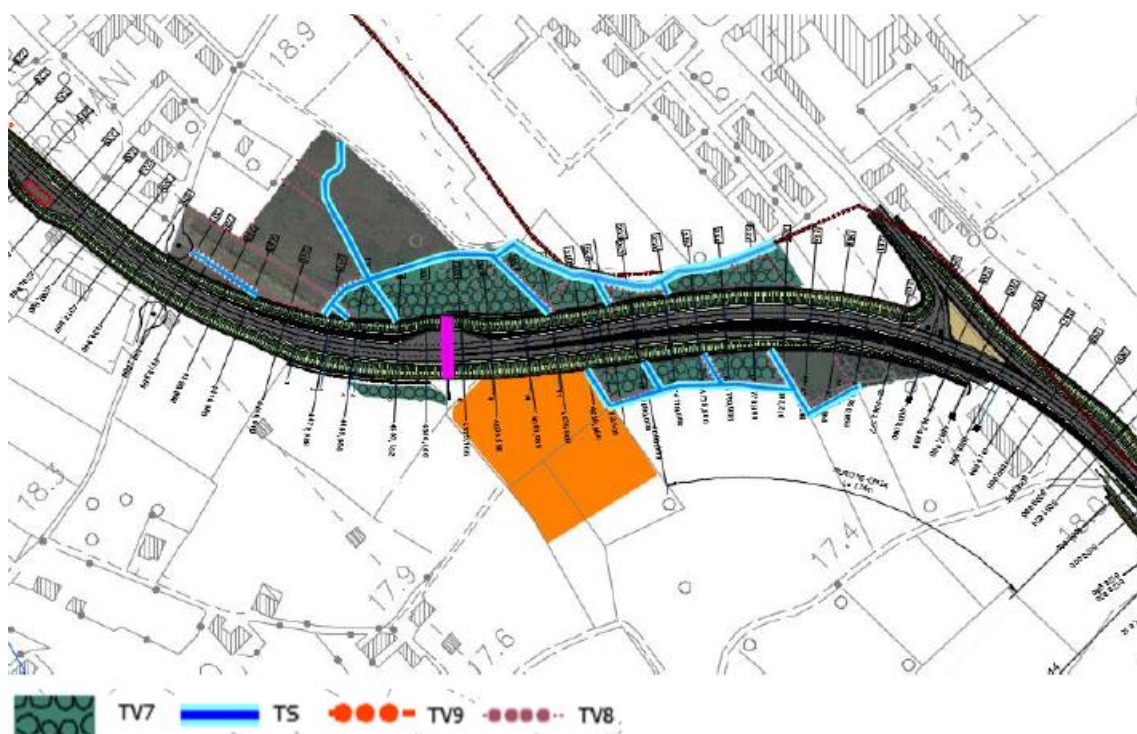


Figura 42. Aree compensative Asse Nord-Sud (secondo ambito) - km 4+370 al km 4+920 (in magenta un attraversamento faunistico)

#### 7.4.4 MITIGAZIONE ACUSTICA

I sistemi attraverso i quali conseguire la diminuzione dei livelli di pressione sonora di cui sono soggetti i ricettori sono definiti nelle due seguenti categorie: interventi indiretti (costituiti da pavimentazioni drenanti fonoassorbenti e barriere anti rumore) artificiali o naturali; interventi diretti (rappresentati da infissi dotati di specifica capacità insonorizzante, convenzionalmente denominati "infissi silenti", che vengono sostituiti a quelli esistenti degli edifici soggetti a livelli di pressione superiore ai limiti normativi). In relazione alle due modalità di intervento, secondo il DM 29/11/2000, la scala di priorità secondo la quale queste devono essere applicate risulta la seguente: 1) direttamente sulla sorgente rumorosa; 2) lungo la via di propagazione del rumore della sorgente al ricettore; 3) direttamente sul ricettore. Sulla base di tali indicazioni, il criterio adottato per la scelta degli interventi di mitigazione è stato quello di prediligere gli interventi indiretti e limitare quelli diretti esclusivamente al caso in cui i primi risultassero insufficienti. Per gli interventi di tipo indiretto, è stato adottato per l'asse stradale in nuova sede, per i tratti di adeguamento della viabilità esistente, per i tratti di rotonda e per i rami di innesto di modesto sviluppo un asfalto di tipo fonoassorbente, che all'interno del modello corrisponde ad un abbattimento della sorgente lineare di 2 dB(A). Inoltre, si è ritenuto opportuno intervenire mediante l'inserimento di barriere anti-rumore in corrispondenza dei ricettori che presentano un superamento dei limiti acustici.

Le barriere acustiche inserite nel modello presentano caratteristiche dimensionali variabili in altezza nel range 2-3.5 m e nel seguito se ne fornisce un'immagine rappresentativa ai soli fini esemplificativi.



Figura 43. Esempio di barriera antirumore in cor-ten e PMMA

#### 7.4.5 INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DELLA FAUNA

Il progetto è stato sviluppato con particolare attenzione agli aspetti idraulici, garantendo il naturale deflusso delle acque e dimensionando le opere di attraversamento sulla base delle recenti normative. Tali accorgimenti progettuali dotano la nuova infrastruttura di numerosi attraversamenti che contribuiscono a limitare l'effetto barriera che inevitabilmente è associato ad un'opera stradale. Il presente progetto definitivo prevede l'ottimizzazione degli interventi di salvaguardia del valore ecosistemico del territorio, attraverso una corretta progettazione degli attraversamenti idraulici allo scopo di renderli fruibili anche dalla fauna selvatica.

In ottemperanza alle prescrizioni de CIPE all'interno del progetto definitivo è stato redatto un aggiornamento dello studio faunistico con lo scopo di individuare i corridoi di spostamento faunistico presenti al contorno del tracciato di progetto. Le risultanze di tale studio hanno evidenziato come le principali vie di spostamento siano di fatto rappresentate dai fossi e dai canali irrigui che caratterizzano il paesaggio agricolo. Nel dettaglio, l'intersezione delle informazioni derivanti dallo studio idraulico e lo studio dei corridoi di spostamento faunistico hanno permesso di individuare tra i tombini idraulici scatolari quelli da adeguare per l'attraversamento della fauna.

Per il loro adattamento ad uso faunistico occorre prevedere una frangia laterale secca, dove passerà la maggior parte delle specie animali che utilizzano il passaggio, per evitare che tutta l'ampiezza dello scatolare sia permanentemente coperta d'acqua. L'opzione migliore consiste nel canalizzare l'acqua su di un lato lasciando una banchina laterale che delimiti la gaveta per la continuità idraulica. In alternativa può essere realizzata una piattaforma di cemento o di legno (evitare il metallo), che resti sopraelevata rispetto al livello di base della struttura in funzione della portata circolante nello scatolare. La banchina deve avere un minimo di 1 m di ampiezza. Occorre costruire rampe all'ingresso dello scatolare che conducano gli animali alle piattaforme. Le banchine possono essere ricoperte con substrati naturali, in modo da favorire la crescita di vegetazione nei settori più vicini alle entrate. Possono anche essere creati

dei piccoli sentieri utilizzando pietre fissate con cemento e lasciando dei piccoli buchi tra le pietre in modo da costituire dei rifugi per i piccoli mammiferi.

Per migliorare la permeabilità faunistica dei sottopassi, in corrispondenza dei tombini di drenaggio e dei tombini scatoari, saranno inerbite le scarpate laterali e saranno inseriti elementi vegetali con la funzione di convogliare gli animali verso il passaggio. Davanti all'entrata lo spazio sarà, invece, privo di vegetazione, a meno dell'idrosemina, per consentire l'entrata di luce nel passaggio e permettere una buona osservazione dell'intorno.

Di seguito si elencano gli attraversamenti adeguati al passaggio della fauna, la cui ubicazione è rappresentata nella "Planimetria generale degli interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale".

*Tabella 13. Elenco attraversamenti idraulici adeguati come passaggi faunistici*

Opera idraulica	km	BxH (m/m)	L (m)
Tombino scatolare per canale irriguo	0+650	4.00x3.00	27
Tombino scatolare per canale irriguo	2+900	4.00x3.00	20
Tombino scatolare per canale irriguo	4+564	2.00x2.00	27

## 7.5 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

In termini generali, il monitoraggio ambientale è volto ad affrontare, in maniera approfondita e sistematica, la **prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente dall'esercizio di un'opera in progetto e dalla sua realizzazione**. Lo scopo principale è quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, intercettando, sia gli eventuali impatti negativi e le cause per adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando azioni meritevoli di ulteriore impulso.

Gli obiettivi principali si possono riassumere quindi come segue:

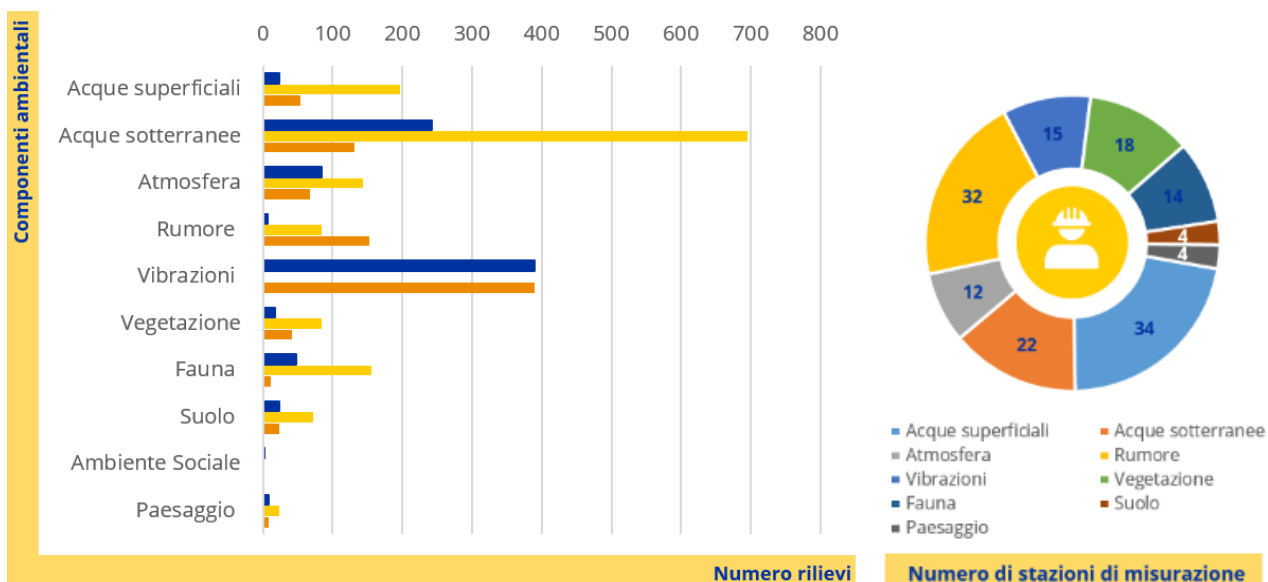
- documentare la situazione attuale al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto;
- individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano nell'esercizio dell'infrastruttura in modo da intervenire immediatamente ed evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti la qualità ambientale;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli impatti sull'ambiente e risolvere eventuali impatti residui;
- verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto dell'esercizio degli interventi infrastrutturali, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio;
- fornire agli Enti di Controllo competenti gli elementi per la verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

Per una più compiuta trattazione degli ambiti di monitoraggio, dell'ubicazione dei punti di misura e delle modalità operative e le tempistiche, si rimanda ai contenuti dell'elaborato T00M000MOARE01 – Relazione Piano di Monitoraggio Ambientale.



In linea generale, si sottolinea in questa sede che detta relazione riprende quanto indicato nello SIA e nelle successive integrazioni, con lo scopo di approfondire e migliorare l'organizzazione del cantiere, rendendola idonea alla fase di progettazione definitiva, in ottemperanza alle prescrizioni della Delibera del CIPE n. 38 del 10 agosto 2016.

Nell'istogramma che segue è stata sintetizzata l'entità dell'attività di monitoraggio, in termini di numero di rilievi, con riferimento alle singole componenti ambientali interessate; tali attività sono state distinte nelle fasi ante operam, corso d'opera e post operam. Dal grafico si evince come particolare attenzione sia stata riposta nel monitoraggio delle componenti relative alle acque sotterranee e superficiali, alle vibrazioni e in generale alla salute pubblica. Gli importi sotto indicati, che ammontano ad una cifra totale considerevole pari a circa **€ 2,77 milioni**, mostrano la peculiare cautela adottata per la delicata fase di realizzazione dell'opera.



Il diagramma a torta riportato mostra, invece, il numero di stazioni di misurazione per ciascuna componente ambientale.

## 8 QUADRO ECONOMICO

Per la valutazione economica dell'intervento il computo metrico estimativo è stato redatto con i prezzi previsti dal Prezzario ANAS 2018 Aggiornamento – Nuove Costruzioni e Manutenzione Straordinaria - e introducendo, ove mancanti, appositi nuovi prezzi.

L'importo complessivo dell'intervento ammonta a € 110.852.264,61 così suddivisi:

- Totale Lavori più servizi:	€ 77.572.513,09
- S.a.D.:	€ 22.114.775,22
- O.I.:	€ 11.164.976,30

L'IVA per memoria è pari ad € 19.764.722,49

Di seguito è riportato il quadro economico.

<b>A)</b>	<b>Lavori a base di Appalto</b>			
a1	Sommano i Lavori a Corpo e a Misura		€ 72.962.727,98	
a2	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso		e 4.377.763,64	
a3	protocollo di legalità (non soggetto a ribasso)	0,30%	e 232.021,47	
<b>a4</b>	<b>Totale lavori più servizi</b>	<b>a1+a2+a3</b>	<b>€ 77.572.513,09</b>	<b>€ 77.572.513,09</b>
a5	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso		e 4.609.785,11	
<b>a6</b>	<b>Importo lavori soggetto a ribasso</b>	<b>a4-a5</b>	<b>€ 72.962.727,98</b>	
<b>B)</b>	<b>Somme a disposizione della stazione appaltante</b>			
b1	Interferenze		e 4.818.000,00	
b2	Rilievi , accertamenti ed indagini		e 200.000,00	
b3	Allacciamenti ai pubblici servizi		e 180.000,00	
b4	Imprevisti	max 8%	e 1.746.840,65	
b5	Acquisizione Aree ed Immobili		e 8.100.000,00	
b6	Imposte di registro, ipotecarie e catastali		e -	
b6	Fondo art.113 c. 2 D.Lgs.50/2016		e -	
b7	Spese tecniche per attività di collaudo	0,1502%	e 116.513,91	
b8	Spese per i Commissari di cui all'art.205 c.5 e 209 c.16 D.Lgs.50/2016	0,10%	e 77.572,51	
b9	Spese per Commissioni giudicatrici art.77 c.10 D.Lgs.50/2016	0,10%	e 77.572,51	
b10	Copertura assicurativa art.25 c. 4 D.Lgs. 50/2016	0,40%	e 310.290,05	
b11	Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche		e 100.000,00	
b11a	Contributo ANAC		e 800,00	
b12	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche	1,30%	e 1.005.426,39	
b13	Spese per domanda di pronuncia di compatibilità ambientale ( solo nel caso in cui questa voce ricorra andrà applicato a tutti gli importi esclusi espropri e oneri di legge su spese tecniche)		e 58.501,61	
b14	Oneri di legge su spese tecniche (4% di b7+b8+b9)		e 10.866,36	
b15	Attività di sorveglianza e indagini archeologiche		e 150.000,00	
b16	Monitoraggio ambientale		e 2.778.172,91	
b17	Monitoraggio geotecnico e geomorfologico		e 500.000,00	
b18	Fornitura barriere di sicurezza ANAS e corpi illuminanti (solo a led)		e 1.284.218,31	
b19	Bonifica ordigni bellici legge 177/12		e 600.000,00	
<b>b20</b>	<b>Totale Somme a Disposizione</b>			<b>€ 22.114.775,22</b>
<b>C)</b>	<b>Oneri d'investimento</b>	<b>11,2%</b>		<b>€ 11.164.976,29</b>
	<b>Totale Importo Investimento</b>	<b>A4+B20+C</b>		<b>€ 110.852.264,61</b>
<b>D)</b>	<b>IVA per memoria</b>	<b>22%</b>	<b>€ 19.764.722,49</b>	

## 9 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma delle attività di realizzazione dell'intervento conta un totale di 1.155 giorni naturali e consecutivi (ovvero poco più di 3 anni) così strutturati (si sottolinea che i valori nel seguito riportati sono da intendersi per singola tratta e comprensivi dell'attività di cantierizzazione):

- Asse Nord-Sud: 1.155 giorni naturali e consecutivi;
- Asse Est-Ovest (ammodernamento): 780 giorni naturali e consecutivi;
- Asse Ovest-Est: 420 giorni naturali e consecutivi.

Nel cronoprogramma, fornito a completamento degli elaborati di cui al presente Progetto Definitivo, si propone una dettagliata specificazione dei tempi sopra riportati per singola WBS.

