



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

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

PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Antonio VALENTE
Ordine Ing. di Roma n. 20739

GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS

Ing. Giuseppe Danilo MALGERI – Responsabile di Progetto
Ing. Francesco BEZZI – Impianti
Ing. Pier Giorgio D'ARMINI – Traffico e Benefici/Costi
Ing. Gianfranco FUSANI – Strade
Ing. Gabriele GIOVANNINI – Cartografia
Ing. Alessandro MITA – Idraulica
Ing. Enrico MITTIGA – Geotecnica
Arch. Gianluca BONOLI – Strutture
Arch. Roberto ROGGI – Sicurezza
Geom. Stefano SERANGELI – Geologia
Geom. Emiliano PAIELLA – Computi e Capitolati
Geom. Carmelo ZEMA – Espropri ed Interferenze

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Francesca SCIUBBA
Ordine Geol. del Lazio n. 1371

I RESPONSABILI DEL S.I.A.

Dott. Ing. Ginevra BERETTA Dott. Arch. Francesca Romana IETTO
Ordine Ing. di Roma n. 20458 Ordine Arch. di Roma n. 15857

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio QUONDAM

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Nicola DINNELLA

RESPONSABILI DI UNITA' INGEGNERIA:

Ing. Fulvio Maria SOCCODATO – Ingegneria Territorio
Ing. Alessandro MICHELI – Ingegneria Geotecnica e Impianti
Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI – Ingegneria Opere Civili
Geom. Fabio QUONDAM – Ingegneria Computi, Stime e Capitolati

PROTOCOLLO

DATA

ELABORATI GENERALI DI INQUADRAMENTO DEL PROGETTO RELAZIONE TECNICA

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. N. PROG.	T00_EG00_GEN_RE02_A.DOC			
L0601A	P 1201	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE02	A	—
C					
B					
A	EMISSIONE	29/11/2012	Ing. G.D. Malgeri	Ing. G.D. Malgeri	Ing. A. Valente
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

PREMESSA	4
PARTE A: INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE DEL TRACCIATO	6
A.1 IDROLOGIA E IDRAULICA.....	6
A.1.1 INTERFERENZE IDRAULICHE	6
A.1.2 CENNI SULLE PORTATE DI PROGETTO.....	8
A.1.3 SISTEMAZIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....	9
A.2 CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE	12
A.2.1 GENERALITÀ	12
A.2.2 GEOMORFOLOGIA	13
A.2.3 IDROGEOLOGIA	15
A.2.4 GEOLOGIA	18
A.3 LE INDAGINI GEOGNOSTICHE	21
A.4 GEOTECNICA	27
A.4.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA	27
A.4.2 OPERE PRINCIPALI SUL TRACCIATO E PROBLEMATICHE GEOLOGICHE - GEOTECNICHE RELATIVE	31
A.4.2.1 PROBLEMATICHE GENERALI.....	31
A.4.2.2 ASPETTI GEOLOGICI - GEOTECNICI DELL'ADEGUAMENTO SS n° 12.....	33
A.4.2.3 ASPETTI GEOLOGICI - GEOTECNICI DELL'ASSE NORD-SUD	33
A.4.2.4 ASPETTI GEOLOGICI - GEOTECNICI DELL'ASSE OVEST-EST.....	35
A.4.2.5 ASPETTI GEOLOGICI - GEOTECNICI DELL'ASSE EST-OVEST	38
A.4.2.6 CAVALCAFERROVIA LUCCA - FIRENZE. ASPETTI GEOLOGICO-GEOTECNICI	39
A.4.2.7 OPERA CONNESSA. ASPETTI GEOLOGICO-GEOTECNICI.....	40
A.4.2.8 CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO. ASPETTI GEOLOGICO-GEOTECNICI.....	40
A.5 USO DEL SUOLO	42
A.5.1 URBANISTICA.....	42
A.5.2 VINCOLI.....	50
A.6 ARCHEOLOGIA.....	54
A.7 PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE	57
A.7.1 PREMESSA	57
A.7.2 BILANCIAMENTO TERRE	57
A.7.3 INDIVIDUAZIONE DELLE CAVE DI PRESTITO E DI DEPOSITO	60

PARTE B: SCELTE TECNICHE DEL PROGETTO	67
B.1 STUDIO DELLE ALTERNATIVE.....	67
B.1.1 ITER STORICO DEL TRACCIATO	67
B.1.2 DOCUMENTO PRELIMINARE ALLA PROGETTAZIONE (art.15 co. n.5-6, D.P.R. 207/10)69	
B.1.3 ALTERNATIVE DI PROGETTO	73
B.1.3.1 ASSE NORD-SUD CON SEZIONE cat. B	73
B.1.3.2 ASSE NORD-SUD CON SEZIONE TIPO CAT. C1 PREVALENTE E B, CON UNA SERIE DI COMPLANARI CON SEZIONE TIPO CAT. F	74
B.1.3.3 ASSE NORD-SUD ATTRAVERSAMENTO DELLA LINEA FS LUCCA-AULLA	75
B.1.3.4 ASSE OVEST-EST STUDIO DELLA SEZIONE TIPO	76
B.1.3.5 ASSE OVEST-EST STUDIO DEL PASSAGGIO NEI PRESSI DELL'ACQUEDOTTO DEL "NOTTOLINI"	77
B.1.3.6 OPERA CONNESSA	80
B.1.4 DESCRIZIONE DELLA ALTERNATIVA SELEZIONATA	81
B.2 RIFERIMENTI NORMATIVI	92
B.3 IL TRACCIATO PLANO – ALTIMETRICO	95
B.3.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO	95
B.3.1.1 ANALISI DELLA DISTANZA DI VISUALE LIBERA	96
B.3.1.2 ELEMENTI DELL'ASSE A CURVATURA COSTANTE	98
B.3.1.3 ELEMENTI DELL'ASSE A CURVATURA VARIABILE	99
B.3.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO	100
B.4 SEZIONE TIPO	103
B.4.1 SEZIONE TIPO C1	103
B.4.2 SEZIONE TIPO C2	108
B.4.3 SEZIONE TIPO F1	109
B.5 LE INTERSEZIONI	111
B.5.1 LE INTERSEZIONI DELL'ASSE NORD-SUD	112
B.5.2 L'INTERSEZIONE A RASO DI LUCCA EST	113
B.5.3 LE INTERSEZIONI DELL'ASSE OVEST-EST	113
B.5.4 L'INTERSEZIONE A RASO DI ANTRACCOLI	114
B.5.5 LE INTERSEZIONI DELL'ASSE EST-OVEST	115
B.5.6 LE INTERSEZIONI OPERA CONNESSA	115
B.5.7 LE INTERSEZIONI CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO	116
B.5.8 LE INTERSEZIONI DEL CAVALCAFERROVIA LUCCA-FIRENZE	117
B.6 OPERE D'ARTE MAGGIORI E MINORI	118

B.6.1	INTERVENTI PER LA REALIZZAZIONE DEL SOTTOPASSO NOTTOLINI.....	123
B.6.2	STATO DEI LUOGHI	123
B.6.2.1	DETTAGLI TECNICI RIPORTATI IN LETTERATURA	124
B.6.2.2	RILIEVO DEGLI ARCHI IN PROSSIMITÀ DELL'INTERVENTO DI PROGETTO	124
B.6.2.2	STATO DI CONSERVAZIONE DELL'ANTICO NOTTOLINI	127
B.6.3	INTERVENTI DI PROGETTO E FASI DI COSTRUZIONE	129
B.7	DIMENSIONAMENTO DELLA PAVIMENTAZIONE	132

PREMESSA

L'intervento in progetto riguarda la realizzazione di un Sistema Tangenziale alla città di Lucca, ovvero di una viabilità a est della Piana di Lucca comprendente i collegamenti tra Ponte a Moriano e i caselli dell'A11 del Frizzone e di Lucca Est, volta alla redistribuzione dei flussi veicolari e di miglioramento del livello di servizio sulla rete stradale afferente all'area urbana di Lucca, svolgendo la funzione di alleggerimento del centro urbano dal traffico di attraversamento nonché di drenaggio dei traffici presenti o che comunque convergono all'interno della piana di Lucca.

Il Sistema Tangenziale di Lucca è costituito da una nuova rete infrastrutturale stradale, di estensione complessiva di circa 30 km, costituita dall'adeguamento di viabilità esistenti e dalla realizzazione di nuovi tratti di strada a due corsie, quali:

- *Asse Nord-Sud* (L=5,14 Km) che si connette a nord con la S.S.12 dell'Abetone e del Brennero in loc. Tacchini ed a sud con la S.P.23 Romana in località Antraccoli;
- *Asse Ovest-Est*, di collegamento tra il casello di Lucca Est e la nuova intersezione di Antraccoli, con uno sviluppo di 6,08 Km;
- *Asse Est-Ovest*, avente un'estensione di 4,33 Km e che si sviluppa in direzione est verso il nuovo casello autostradale di Capannori sulla A11 Firenze-Pisa in località Frizzone;
- *Adeguamento della SS12*, avente uno sviluppo totale di 3,72 km, di collegamento tra il ponte esistente sul fiume Serchio in loc. Ponte a Moriano ed il nuovo ponte in progetto (quest'ultimo non di competenza ANAS) in loc. Corte Pasquinelli;
- *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;
- "*Opera connessa*", rappresenta la nuova viabilità di collegamento fra Carraia, il casello A11 del Frizzone (adeguamento di via del Rogio) ed il collegamento con via di Sottomonte, avente uno sviluppo di 5,86 km;
- *Circonvallazione di Altopascio*, ovvero una nuova viabilità di collegamento tra il casello A11 del Frizzone e la S.P.3 Bientina Altopascio avente un'estensione di 5,79 km.

I suddetti tratti stradali in progetto sono completati da una rete di viabilità di rammaglio all'esistente.

Le opere infrastrutturali che costituiscono il Sistema Tangenziale di Lucca rientrano nel programma degli interventi strategici di preminente interesse nazionale previsti dalla delibera CIPE n.121 del 21.12.2001 "Legge Obiettivo: 1° programma delle infrastrutture strategiche" (L.443/01), e all'interno dell'Intesa Generale Quadro con la Regione Toscana del 18/04/2003, come il Sistema di

Attraversamento Nord-Sud dei Valichi Appenninici, comprendenti l'ammodernamento della S.S.12 Abetone e del Brennero.

Inoltre nell'Atto Aggiuntivo all'Intesa Generale Quadro tra Governo e Regione Toscana firmato il 22 gennaio 2010 gli interventi stradali di interesse statale riguardanti il territorio della Provincia di Lucca sono nuovamente indicati prevedendo, all'interno del potenziamento dei valichi appenninici, esclusivamente la viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti fra Ponte a Moriano ed i caselli autostradali dell'A11 del Frizzone e di Lucca Est.

Infine l'infrastruttura in esame, già compresa nel piano decennale ANAS 2003-2012 approvato dal CIPE con delibera n.4 del 18.03.2005, è stata confermata anche nel più recente "Piano degli Investimenti ANAS 2007-2011" tra le opere nuove di Legge Obiettivo – Ulteriori interventi.

La presente Relazione Tecnica è articolata in due parti (Parte A e Parte B).

Nella **Parte A** sono riportate le indagini eseguite e la caratterizzazione del territorio attraversato dal tracciato. La Parte A contiene pertanto informazioni sulla Idrologia e l'Idraulica, la Geologia e la Idrogeologia, sulle indagini geotecniche, la geotecnica, la sismica, l'uso del suolo, l'archeologia.

La **Parte B** invece dopo aver trattato lo studio delle alternative analizzate, fornisce informazioni puntuali del tracciato selezionato con la descrizione della sezione tipo adottata, del tracciato plano-altimetrico, delle intersezioni presenti, delle opere d'arte maggiori.

PARTE A: INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE DEL TRACCIATO

A.1 IDROLOGIA E IDRAULICA

A.1.1 INTERFERENZE IDRAULICHE

ASSE NORD –SUD ED ADEGUAMENTO SS12

L'opera in progetto ha un andamento planimetrico prevalentemente Nord – Sud, dalla località Corte Giannoni dove è prevista in progetto una rotatoria di intersezione con il tratto di Adeguamento della SS12 fino all'intersezione a raso in località Antraccoli dove si ricongiunge agli altri assi in progetto. L'adeguamento previsto per la SS12 invece inizia in località Corte Pasquinelli fino a ponte a Moriano in prossimità del ponte sul Serchio.

Il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio prevede nel tratto in esame Bassa Probabilità di inondazione, le principali interferenze idrauliche riscontrate sono pertanto di carattere puntuale, procedendo da Nord verso Sud.

Nel tratto più a nord si ha l'attraversamento del torrente Fraga della SS12 che per la restante parte di tracciato non presenta particolari interferenze ricalcando il percorso della viabilità attuale.

Infine in prossimità dell'intersezione di Antraccoli si hanno tre attraversamenti del Canale Ozzoretto, attraversamento che comunque avviene in un tratto del canale posto piuttosto a monte e per il quale verrà dimensionato un opportuno manufatto.

Si è visto come le interazioni tra l'opera ed il reticolo idraulico superficiale siano di modesta entità, l'attraversamento del torrente Fraga e l'intercettazione dei fossi minori; riguardo alla prima si sono effettuate verifiche che hanno dimostrato come pur essendo le sezioni trasversali del Fraga insufficienti al transito della portata duecentennale l'attraversamento risulta in sicurezza. Si è anche studiato, un intervento di minima per la messa in sicurezza del torrente, intervento che non risulta necessario per la progettazione attuale. Verranno inoltre progettati gli attraversamenti dei fossi minori intercettati ed il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma.

ASSE OVEST-EST

La nuova viabilità in progetto ha limitati punti di sovrapposizione con le aree ad alta e media probabilità di inondazione e con aree denominate umide. Più precisamente le maggiori interferenze si riscontrano nella parte di tracciato che si sviluppa parallelamente all'Autostrada A11.

Si riportano di seguito i siti in cui si ha interferenza tra il tracciato progettato e le aree classificate dalla Carta delle Norme di Piano i siti sono classificati come SX con numero progressivo crescente da Ovest ad Est e da Sud a Nord.

- S1 – All’inizio della nuova viabilità fino alla sezione 19 si ha una parziale sovrapposizione con un’area classificata AP. (*Tavola 7.45 Carta Norme di Piano Rischio Idraulico* scala 1:10.000)
- S2 – In località Mugnano tra la sezione 43 e la sezione 61 si ha la sovrapposizione con un area classificata PU in fregio al Canale Ozzoretto inoltre tra le sezioni 59 e 60 si ha l’attraversamento del Canale Ozzoretto (*Tavola 7.46 Carta Norme di Piano Rischio Idraulico* scala 1:10.000).
- S3 – tra la sezione 68 e la 92 si ha ancora sovrapposizione con area PU e AP in località Corte Dreotti, corte Corazza e Immaginone. Tra le sezioni 84 e 85 si attraversa il canale Ozzoretto (*Tavola 7.46 Carta Norme di Piano Rischio Idraulico* scala 1:10.000).
- S4 – In località Corte degli Ulivi, attraversamento Canale Ozzoretto e sovrapposizione con area AP (*Tavola 7.46 Carta Norme di Piano Rischio Idraulico* scala 1:10.000).

Si può affermare che, già in questa fase, le interferenze esposte sono di modesta entità e che non comportano un aumento significativo del rischio idraulico, nelle zone di sovrapposizione tra il tracciato e le aree mappate dal PAI si prevede di recuperare i volumi sottratti dal rilevato stradale all’invaso naturale delle acque almeno fino alla quota del battente stimato.

Verrà inoltre assicurata la continuità del reticolo superficiale minore con la disposizione di tombini opportunamente dimensionati ogni qualvolta il corpo stradale interferisse con elementi di reticolo. Per tutti i siti sopraelencati in cui l’interferenza sia dovuta all’attraversamento di un corso d’acqua, verranno valutati i valori minimi delle quote degli impalcati stradali in modo da non interferire con il libero deflusso delle acque.

ASSE EST-OVEST, CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO E OPERA CONNESSA

Pur trattandosi di un tratto di viabilità esistente che non subisce sostanziali modifiche, verranno analizzate le sovrapposizioni del tracciato con la cartografia prodotta dall’Autorità di Bacino del Fiume Arno ed in particolare verranno analizzate le sovrapposizioni tra il tracciato in progetto e le aree allagabili presenti nell’area. I comuni di Capannori, Porcari ed Altopascio, sui quali ricade il tracciato hanno prodotto infatti, all’interno dei propri strumenti urbanistici, studi idraulici i cui risultati vengono sintetizzati in tavole delle aree allagate nelle quali per vari tempi di ritorno (in questa fase abbiamo considerato l’evento duecentennale) sono rappresentati i battenti attesi. Oltre a questo, cioè all’analisi delle interferenze diffuse, il presente studio prevede la verifica degli attraversamenti sui principali corsi d’acqua, per ognuno dei quali verranno effettuate verifiche ante opera e post opera. Procedendo da est verso ovest si ha il primo attraversamento sul Canale Ozzoretto in un punto piuttosto a monte del corso del canale e quindi interessato da portare

modeste. Si hanno successivamente altri due attraversamenti uno sul Rio Arpino ed uno sul Rio Frizzone.

Verrà inoltre assicurata la continuità del reticolo superficiale minore con la disposizione di tombini opportunamente dimensionati ogni qualvolta il corpo stradale interferisse con elementi di reticolo.

Per quanto riguarda la sovrapposizione con le aree a pericolosità molto elevata (Piano Assetto Idrogeologico PAI) non si rilevano importanti interferenze:

per l'asse Est-Ovest si ha sovrapposizione tra la sezione 86 e la 90 del tracciato stradale;

per la circonvallazione di Altopascio vi è sovrapposizione tra le sezioni 96 e 99;

per l'opera connessa le sovrapposizioni interessano le sezioni 102 – 116.

Al fine di garantire la sicurezza della nuova infrastruttura si è ritenuto utile valutare le sovrapposizioni esistenti tra il tracciato di progetto e le carte dei battenti idraulici (relativi all'evento duecentennale) presenti negli strumenti urbanistici dei comuni interessati; dall'analisi si osserva:

1. Asse Est – Ovest

sezioni 51 – 62 intersezione con area allagabile con battente tra 20 e 50 cm

sezioni 62 – 90 intersezione con area allagabile con battente tra 0 e 20 cm

2. Circonvallazione di Altopascio

sezioni 1 – 18 area allagabile battente 0 – 20 cm

sezioni 37 – 44 area allagabile battente 20 – 50 cm

sezioni 80 – 90 area allagabile battente 150 – 100 cm

sezioni 91 – 111 area allagabile battente 100 – 200 cm

sezioni 112 – 117 area allagabile battente 50 – 100 cm

3. Opera connessa

sezioni 28 – 40 area allagabile battente 0 – 20 cm

sezioni 53 – 69 area allagabile battente 0 – 20 cm

sezioni 73 – 116 area allagabile battente 0 – 20 cm

A.1.2 CENNI SULLE PORTATE DI PROGETTO

Le portate di progetto sono state ricavate da un'analisi dei dati di pioggia disponibili dal pluviometro di Lucca, da questa si sono ricavate le curve di possibilità pluviometrica che sono state confrontate con alcune forniteci dall'Autorità di Bacino del Serchio. Successivamente per i vari bacini si sono calcolati i tempi di corrivazione con l'ausilio di diverse formulazioni: Giandotti, Ventura, Pezzoli e Pasini. Noti i tempi di corrivazione si sono calcolati i valori delle portate con i metodi di Giandotti e del Turazza. Si riportano i valori delle portate utilizzate nelle verifiche idrauliche per i principali corsi d'acqua:

Torrente Fraga

Sezione di verifica	Portata Tr=100 anni	Portata Tr=200 anni
Sezione di chiusura	23,71 m ³ /sec	26,26 m ³ /sec

Canale Ozzoretto

Sezione di verifica	Portata Tr=100 anni	Portata Tr=200 anni
Attraversamento S2	19,74 m ³ /sec	22,54 m ³ /sec
Attraversamento S3	14,10 m ³ /sec	16,10 m ³ /sec
Attraversamento S4	6,35 m ³ /sec	7,30 m ³ /sec

Rio Arpino

Sezione di verifica	Portata Tr=100 anni	Portata Tr=200 anni
Sezione di chiusura	12,8 m ³ /sec	14,69 m ³ /sec

Rio Frizzone

Sezione di verifica	Portata Tr=100 anni	Portata Tr=200 anni
Sezione di chiusura	10,5 m ³ /sec	12,2 m ³ /sec

A.1.3 SISTEMAZIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

In relazione alle diverse situazioni ed esigenze che si riscontrano nello studio della rete drenante è necessario adottare differenti soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale, tenendo presenti due importanti esigenze:

- la prima esigenza è quella di assicurare, in caso d'intense precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche, evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione autostradale. A tal fine è stata assegnata alla pavimentazione stradale una pendenza trasversale minima del 2.5 %;
- la seconda esigenza è di intercettare totalmente le acque scolanti della pavimentazione lateralmente alla sezione stradale. Per garantire la salvaguardia pressoché totale nei confronti dell'inquinamento accidentale, i flussi intercettati ai cigli, sono convogliati, tramite il sistema drenante di piattaforma, in punti prestabiliti dove sono previste delle vasche di prima pioggia, di adeguata capacità per la sedimentazione e la trattenuta di sostanze oleose.

Le opere idrauliche necessarie a garantire la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalla sede stradale sono costituite essenzialmente da:

- cunetta rettangolare in c.a. di larghezza netta 0.60 m e d'altezza 40 cm con un approfondimento al centro di 10 cm. La cunetta si trova nei tratti in rilevato esternamente ai cigli delle carreggiate. La cunetta intercetta i flussi d'acqua provenienti dalla pavimentazione attraverso un'asola posta lungo il cordolo che generalmente ha un interasse di 15 m. Lo sviluppo massimo d'utilizzo della cunetta è definito dalle pendenze longitudinali, simili a quelle della livelletta stradale. Nel caso di portate d'entità superiore alla massima capacità della cunetta i flussi d'acqua sono recapitati in un collettore circolare, posto parallelamente ad una quota inferiore. Il dislivello tra l'estradosso superiore del collettore e la pavimentazione deve risultare non inferiore ad 1.0 m.;
- nei tratti in rilevato dove non è previsto il drenaggio antinquinamento, le acque di pioggia che affluiscono ai cigli stradali sono recapitate negli embrici posti sulla scarpata ad interasse non superiore a 15 m. La pendenza trasversale della pavimentazione, nei tratti in rettilineo e in curva permette di facilitare la raccolta delle acque meteoriche e favorirne lo stramazzo attraverso il manufatto di raccordo tra cordolo ed embrice. Le acque meteoriche scaricate tramite embrici raggiungono il fosso a sezione trapezoidale posto ai piedi del rilevato stradale.
- cunette triangolari in c.a. di larghezza 1.10 m e d'altezza 15 cm, poste su entrambi i cigli stradali nei tratti in trincea a servizio sia della superficie stradale che delle scarpate. Tali cunette triangolari generalmente recapitano i flussi d'acqua mediante caditoie con griglia nei collettori circolari sottostanti;
- Collettori circolari in calcestruzzo ubicati lateralmente ai cigli stradali sia nei tratti in trincea al di sotto della cunetta triangolare, sia nei tratti in rilevato. In funzione della quantità del flusso transitante i collettori possono assumere i seguenti diametri $\varnothing 300$, $\varnothing 400$, $\varnothing 500$, $\varnothing 600$ mm. Per facilitare la manutenzione e l'ispezione dei collettori sono stati inseriti pozzetti, provvisti di chiusino carrabile grigliato, nelle deviazioni planimetriche e ad interasse massimo di 40 m. I pozzetti previsti, in funzione del diametro dei collettori, possono assumere dimensioni planimetriche nette 80x80 cm per innesto collettori di diametro non superiore a $\varnothing 500$ mm e 1.00x1.00 cm per diametri superiori. Nel caso di pozzetti con profondità superiore ad 1.50 m si impone l'inserimento di scalette a pioli in acciaio inossidabile di dimensione minima 20 mm. La pendenza longitudinale delle opere di drenaggio previste (cunetta rettangolare e collettori circolari) deve essere di regola simile a quella della livelletta stradale.

- Fossi di guardia a sezione trapezoidale, ubicati al piede del rilevato o sopra la trincea in scavo a protezione del corpo autostradale. I fossi permettono l'intercettazione delle acque esterne e della scarpata stradale ed il convogliamento delle portate in idonei punti di recapito (tombini o fossi naturali). Il fosso di guardia trapezoidale è previsto in calcestruzzo di dimensioni base 50 altezza 50 cm e pendenza della scarpa 2/3, oppure in alternativa base 70 altezza 70 e pendenza della scarpa 2/3.

A.2 CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE

A.2.1 GENERALITÀ

Nell'ambito del progetto preliminare relativo al Sistema Tangenziale di Lucca che include la variante alla S.S. n° 12 tra la valle del Serchio (loc. Ponte a Moriano) e Lucca Est con adeguamento della viabilità nella diramazione verso il nuovo casello A11 di Capannori, loc. Frizzone, verso la Località Massa Macinaia e verso la periferia di Altopascio, sono state eseguite indagini geologico-tecniche sui terreni coinvolti dall'intervento.

In particolare, si riporta un modello geologico-stratigrafico, geomorfologico, geotecnico e idrogeologico della porzione della piana di Lucca interessata dal tracciato di progetto, ottenuto dai dati già disponibili ed integrato con una specifica campagna geognostica realizzata mediante l'esecuzione di sondaggi geognostici, prove penetrometriche CPT e indagini geofisiche.

In dettaglio i dati geologici, geotecnici e idrogeologici disponibili e facenti parte del database geologico stratigrafico della Piana di Lucca, sono stati reperiti sia in passato sia in questa fase di studio, direttamente dagli enti locali, Comune di Lucca e di Capannori, dalla Provincia di Lucca, dall'Ufficio del Genio Civile, dalla Società Salt, e da indagini geologico-tecniche pregresse, con particolare riferimento allo studio di NARDI R., NOLLEDI G. & ROSSI F. (1987): "Geologia e idrogeologia della Piana di Lucca" - Geogr. Fis. Dinam. Quat., 10, 1-30. L'insieme dei dati disponibili ha consentito di considerare n° 88 punti di controllo della successione stratigrafica e dei parametri geotecnici, quando disponibili.

La campagna geognostica eseguita nel 2004, realizzata specificatamente per il presente progetto, è stata così articolata:

- n° 7 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, per uno sviluppo complessivo di 141,5 m.
- n° 16 *penetrometrie statiche CPT*, con sviluppo complessivo di 59 m.
- n° 1 stesa *sismica a rifrazione*.

La campagna geognostica eseguita nel 2012, mirata alla definizione della natura e della dimensione delle fondazioni dell'acquedotto del Nottolini, è consistita in 2 sondaggi posizionati ai lati dell'ultimo pilastro accessibile, subito a nord dell'autostrada A11, in corrispondenza dell'area di attraversamento della nuova infrastruttura.

In dettaglio i sondaggi sono stati posizionati, in prossimità delle principali opere d'arte, mentre le CPT sono state dislocate in aree poco caratterizzate dal punto di vista geotecnico, almeno per quanto riguarda i terreni di copertura. L'impossibilità di realizzare una postazione di sondaggio (S5) in corrispondenza di una importante opera d'arte (superamento della linea ferroviaria Lucca -

Firenze in loc. Toringo), ha obbligato a sostituire tale punto indagine con una prova CPT (P16) e una stesa sismica a rifrazione.

Nel corso delle perforazioni dei sondaggi geognostici, sono stati prelevati sia campioni indisturbati sia frammenti di carote e sono state realizzate prove SPT. Anche in corrispondenza della penetrometria 16, realizzata in sostituzione del sondaggio S5 è stato possibile prelevare un campione indisturbato. Tra i campioni prelevati, n° 9 campioni indisturbati e n° 14 frammenti di carote nella campagna geognostica 2004 e n° 4 campioni indisturbati e n° 1 frammento di carota nella campagna geognostica 2012, sono stati portati in laboratorio di analisi geotecniche per la determinazione delle caratteristiche fisiche e per alcuni anche meccaniche dei terreni.

Inoltre nei due sondaggi realizzati nella campagna di indagini del 2012, sono state effettuate le seguenti prove:

sondaggio S01

- prova SPT alla profondità di 16,80 m;
- prova SPT alla profondità di 25,30 m;
- prova sismica in foro tipo *Down Hole*.

sondaggio S02

- prova SPT alla profondità di 14,00 m;
- prova SPT alla profondità di 16,80m;
- prova SPT alla profondità di 274,00 m;

infine, utilizzando *entrambi i sondaggi* è stata eseguita una prova elettrica del tipo *Cross Hole tomografico*.

A.2.2 GEOMORFOLOGIA

Il Sistema Tangenziale si sviluppa nella piana di Lucca, tra le quote comprese tra la minima di circa 9,0 m s.l.m. in loc. Frizzone e 28,6 m alla rotatoria sulla SS 12. La pianura presenta una pendenza media pari al 0,24 % lungo la direttrice NW-SE, passando da valori massimi di circa lo 0,4% nelle porzioni più alte a valori inferiori allo 0,15% nelle zone più basse.

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 I.". 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 Sup.- 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-Tassignano 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, costituì 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 fino al mare all'emissario del Bientina e bonificare in massima parte l'alveo del lago. In pratica, se consideriamo 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 Condotto Pubblico 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 ad una cinquantina di 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.

Per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo nella fascia di terreno al contorno del tracciato di progetto, come già detto, sono stati utilizzati dati esistenti disponibili facenti parte del Database stratigrafico dello Studio Nolledi, integrati dalla specifica campagna geognostica realizzata nel periodo novembre-dicembre 2004. La sintesi dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti nella campagna 2004, ubicati come visibile negli elaborati T00GE00GETPU01A-02A-03A (Planimetrie ubicazione indagini geognostiche), sono presentati negli elaborati T00GE00GEORE03A (Quaderno delle indagini geognostiche - Stratigrafie) e T00GE00GEORE04A (Quaderno delle indagini geognostiche - Prove di laboratorio) mentre la sintesi dei dati stratigrafici e geotecnici relativi alle indagini precedenti alla campagna 2004 sono presentati nell'elaborato T00GE00GEORE05A (Quaderno delle indagini geognostiche - Schede dei dati pregressi), riportati nello Studio Generale Geologico e Idrogeologico allegato al Progetto Preliminare.

Quanto reperito, ha permesso di effettuare la ricostruzione di sintesi della correlazione stratigrafica.

A.2.3 IDROGEOLOGIA

I pozzi censiti nella pianura sono adibiti a vari usi, 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. I pozzi sono stati quotati in genere dalle carte aerofotogrammetriche in scala 1:2.000 dei Comuni della piana di Lucca; in alcuni casi le quote sono state ottenute anche per livellazione topografica, in occasione di studi di dettaglio.

Sulla base dei dati elaborati, che si riferiscono a misure eseguite dal 1972 sui livelli statici della falda nei punti di controllo considerati, vengono costruite *le curve isopiezometriche*, tracciate con l'equidistanza di 1 m e riferite alle quote sul livello marino.

Come già accennato, 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 una falda acquifera molto importante 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 provincie. Tale falda è per tale motivo oggetto, da parecchi anni, di studi e di controlli che hanno permesso una buona e dettagliata conoscenza delle oscillazioni stagionali del livello idrico.

La falda sotterranea con 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, (vedi Elaborato T00GE00GEOCI01A - Carta idrogeologica) che descrive la profondità della tavola d'acqua dal piano campagna relativamente al periodo novembre - dicembre 2000 (periodo di massima ricarica storica), si osserva che i livelli di falda, nell'ambito del tracciato in progetto si attestano a profondità di circa 0,5-1,0 m in corrispondenza dell'asse Ovest-Est, di 1,0-4,0 m per il tratto Nord-Sud 1 e di circa 0,5-1,0 m sia per l'asse Est - Ovest, sia per l'Opera Connessa; per quanto riguarda la Circonvallazione di Altopascio la falda si attesta a profondità che variano da 1 a 6 m.

Relativamente alla *fragilità dell'acquifero* presente, esso è caratterizzato in genere da un'alta vulnerabilità, sia in funzione dello spessore e della natura della copertura presente a tetto dell'orizzonte acquifero sia per la distanza della falda dal piano di campagna.

La Carta di Vulnerabilità allegata allo Studio di Impatto Ambientale (vedi Elaborato T00IA35AMBCT01A) presenta un sistema a punteggi e pesi il cui acronimo deriva dalle iniziali dei fattori principali che vengono considerati per la valutazione della vulnerabilità e che sono:

- Soggiacenza
- Infiltrazione
- Effetto di autodepurazione del Non saturo
- Tipologia della copertura
- Caratteristiche idrogeologiche dell'Acquifero
- Conducibilità idraulica dell'acquifero
- Acclività della superficie topografica.

Nel caso specifico della Piana di Lucca la determinazione della vulnerabilità è stata ottenuta attraverso la tecnica della sovrapposizione multipla di 7 cartografie monoparametriche, zonizzate per aree omogenee, a loro volta ricavate da altre carte monotematiche, sempre zonizzate per aree omogenee, quali:

- carta della soggiacenza
- carta della piovosità medio annua
- carta della litologia di superficie
- carta della litologia del non saturo
- carta degli spessori del non saturo
- carta della litologia dell'acquifero
- carta degli spessori dell'acquifero
- carta della conducibilità idraulica dell'acquifero.

Dall'analisi della carta, il tracciato in progetto interseca 4 classi di vulnerabilità: media, alta, elevata ed elevatissima. In dettaglio, la zona di pianura compresa tra gli abitati di Antraccoli, S. Filippo, Toringo e della Pieve S. Paolo, intersecata dall'ultima porzione dell'asse Ovest-Est presenta un grado di vulnerabilità ELEVATISSIMO connesso alla concomitanza di molti fattori, quali una soggiacenza con valori bassi (e quindi la presenza di acqua molto prossima al p.c.), un'infiltrazione efficace di valore intermedio (considerato in SINTACS come il più pericoloso per la sua scarsa autodepurazione e per la persistenza di eventuali agenti inquinanti) e un consistente spessore

dell'acquifero. Un altro punto dove la vulnerabilità è risultata elevatissima è quello dei laghetti di Lammari (ex cave di prestito nelle ghiaie) in cui il livello di falda viene a giorno.

Il passaggio alla classe di vulnerabilità ELEVATA, che interessa una ampia fascia di percorso viario tra Mugnano e S. Pietro a Vico, è imputato a variazioni nei valori della soggiacenza, dell'infiltrazione efficace e dello spessore della copertura, che complessivamente o singolarmente forniscono contributi migliorativi ai fini della valutazione di vulnerabilità redatta col metodo SINTACS.

La rimanente parte della tracciato, ad eccezione de un piccolo tratto in località S. Concordio a cui è attribuita una vulnerabilità MEDIA, presenta una vulnerabilità ALTA. In genere la riduzione del grado di vulnerabilità in queste zone rispetto alle due classi precedenti è da collegare ad ispessimento della copertura e/o a riduzione della trasmissività dell'acquifero, oltre che a variazioni dell'infiltrazione efficace.

A.2.4 GEOLOGIA

Dal punto di vista stratigrafico, come già accennato, la pianura di Lucca è rappresentata in superficie da sedimenti di natura alluvionale costituiti sia da ghiaie e/o ghiaie con sabbia, talvolta grossolane, permeabili, affioranti in una porzione centro-settentrionale della piana, sia da sedimenti più fini, prevalentemente limoso - sabbiosi di media permeabilità, nella porzione centrale. Nel settore sud-orientale sono inoltre presenti depositi limoso - argillosi e torbosi di bassa permeabilità.

Nel sottosuolo si registra la sovrapposizione fra tali depositi alluvionali del Pleistocene Superiore - Olocene ed i sottostanti depositi lacustri di natura prevalentemente argillosa di età Villafranchiana, presenti in affioramento su gran parte dei rilievi collinari che bordano il margine settentrionale e orientale della piana di Lucca.

Le alluvioni recenti del Serchio, nella porzione sabbioso-ghiaiosa, costituiscono un acquifero che con continuità areale si estende con spessore variabile sotto tutta la pianura. Per questo motivo la Piana di Lucca, vasta circa 160 km², risulta caratterizzata dalla presenza di una falda sotterranea consistente e pregiata, in stretta correlazione con le acque del fiume, che ha consentito in passato e consente tutt'oggi lo sviluppo socio-economico della zona.

Le dorsali collinari che limitano la pianura sono costituiti a sud da rocce che possono essere ricondotte a litotipi appartenenti alle Successioni Toscane metamorfica e non metamorfica, mentre a nord, ad est e ad ovest compaiono litologie riconducibili sia alla successione Toscana non metamorfica, sia a formazioni alloctone del complesso delle "Liguridi s I."

In particolare nella zona più settentrionale del tracciato, i depositi fluvio-lacustri si appoggiano su un substrato litoide rappresentato dal *Flysch ad Elmintoidi (ff)*, presente in affioramento anche sui rilievi collinari di Ponte a Moriano, come visibile dal profilo geologico della tratta Nord - Sud.

Nelle fasce di raccordo pianura-rilievi, sono inoltre presenti, oltre ai depositi lacustri, anche depositi di conoide ed alluvioni antiche disposte in vari ordini di terrazzi.

In dettaglio, dall'analisi della Carta geologica e geomorfologica della Piana di Lucca (Nardi, Nollodi, Puccinelli e Rossi, 1987, allegata allo Studio Geologico, Idrogeologico e Geotecnico), il tracciato di progetto si sviluppa unicamente all'interno della pianura di Lucca.

I depositi alluvionali del F. Serchio che la costituiscono, caratterizzati da una certa eterogeneità di facies verticale, diretta conseguenza della progressiva dissipazione dell'energia di trasporto a mano a mano che si procede da Nord verso Sud, possono essere distinti nei seguenti litotipi, dal basso verso l'alto:

- ***Depositi ghiaiosi e ciottolosi di alta permeabilità*** affioranti o molto vicini alla superficie presso S. Pietro a Vico - S. Quirico di Moriano (Pleistocene 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 e 15 metri 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 loc. Spadoni.
- ***Depositi recenti prevalentemente limoso-sabbiosi e/o sabbioso-limosi, di media permeabilità ("Bellettone")***. Costituiscono il sedimento alluvionale che in affioramento risulta il più esteso; infatti esso ricopre gran parte della pianura e dei fondo valle 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 SW 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. Anche un breve tratto dell'Opera Connessa, corrispondente all'adeguamento di Via di Sottomonte è interessato in affioramento da questa formazione.
- ***Depositi prevalentemente limoso-argillosi di bassa permeabilità***: 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 metri 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.

Al di sotto di questi 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.

La carta geomorfologica (elaborato T00GE00GEOCG01A) e la carta geologica (elaborato T00GE00GEOCG02A), allegate allo Studio Geologico e Idrogeologico, evidenziano la presenza di antichi percorsi dell'alveo del Serchio, precedenti alla sua regimazione. Lungo questi percorsi di paleoalveo, la stratigrafia che si riscontra durante le indagini riconosce in genere una minore profondità dei depositi sabbioso ghiaiosi o una maggiore componente sabbiosa anche nei terreni di copertura.

La variabilità verticale dell'orizzonte di copertura è invece rappresentato nella Carta dello spessore della copertura limoso-sabbiosa (Fig. 4.2 nell'elaborato T00GE00GEORE01A-Relazione dello Studio Geologico e Idrogeologico) che determina la profondità dal p.c. dell'orizzonte sabbioso-ghiaioso, che costituisce il primo livello a medio-alta consistenza e bassa compressibilità presente nella piana di Lucca.

A.3 LE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Tenendo conto delle indicazioni presenti nel Capitolato d'oneri, sulla base del quadro conoscitivo disponibile per l'area interessata dal progetto viario, e in funzione delle problematiche che necessitavano un approfondimento per la presenza delle principali opere d'arte, è stato concordato un programma di indagine così articolato:

- n° 7 *sondaggi geognostici* a carotaggio continuo, per uno sviluppo complessivo di 141.5 m.
- n° 16 *penetrometrie statiche CPT*, con sviluppo complessivo di 59 m.
- n° 1 stesa *sismica a rifrazione*.

Durante la realizzazione dei sondaggi, oltre al prelievo di *campioni indisturbati* e di frammenti di carote per le analisi di laboratorio, sono state effettuate *prove SPT*, all'interno dei terreni sabbioso-ghiaiosi, per la determinazione dell'angolo di attrito interno, del grado di addensamento e per trarne indicazioni anche ai fini della microzonazione sismica.

Il macchinario utilizzato per l'esecuzione dei **sondaggi geognostici**, è una perforatrice idraulica *Boart Longyear Deltabase 520*, con spinta da 4500 kg e tiro di 6000 kg. Il carotiere utilizzato è di tipo *semplice* con $\varnothing = 101$ mm, mentre il tubo di rivestimento presenta un $\varnothing = 127$ mm. I campioni indisturbati sono stati prelevati con campionatore di tipo SHELBY per fustelle Inox con $\varnothing = 88,9$ mm.

Per quanto riguarda le **penetrometrie**, lo strumento utilizzato è il *Penetrometro statico* tipo PAGANI TG 63-200, con punta conica meccanica con $\varnothing 35,7$ mm e angolo di apertura = 60°. Nel caso della penetrometria Pt16, una volta raggiunto il rifiuto dello strumento statico in corrispondenza dell'orizzonte resistente, l'indagine è proseguita con il *penetrometro dinamico* DPSH caratterizzato da un peso della Massa battente di 63,5 kg, da un diametro della punta conica $D = 50,50$ mm, un'area della base della punta conica $A = 20,00$ cm² e un angolo della punta di 90°.

Per quanto riguarda la **prospezione sismica**, la metodologia utilizzata è quella a rifrazione mediante l'energizzazione di onde di taglio di tipo SH e sfruttando la proprietà che hanno le onde sismiche di rifrangersi sulla superficie di separazione fra litotipi diversi, generalmente caratterizzati da una differente velocità di propagazione. Lo strumento utilizzato è un sismografo a 24 canali ECHO 12-24/2002 collegato ad un p.c. portatile su cui è installato programma di acquisizione Ambrogeo 6.02. I dati acquisiti in campagna e registrati sul pc sono stati poi processati tramite il programma di elaborazione Winsism v.10. Al fine di garantire la copertura dell'area di indagine di interesse e ottimizzando gli ingombri disponibili, è stato eseguito n° 1 stendimento avente sviluppo di 92m con azimuth W-E. ed utilizzando 24 geofoni interspaziati di 4 m.

In aggiunta alle prove descritte, nel 2012, stante la delicatezza del passaggio dell'infrastruttura stradale in corrispondenza delle arcate dell'acquedotto del Nottolini e in considerazione dell'attraversamento in galleria, la nuova campagna di indagini geognostiche è stata strutturata per poter acquisire il massimo delle informazioni da un esame circostanziato dell'area di impatto.

A questo scopo si è ritenuto di ubicare 2 sondaggi ai lati dell'ultimo pilastro accessibile, in corrispondenza dell'area di attraversamento della nuova infrastruttura, in cui sono state realizzate prove SPT, una prova sismica *Down Hole* ed una prova elettrica del tipo *Cross Hole tomografico*.

Per l'esecuzione dei **sondaggi geognostici** a carotaggio continuo è stata utilizzata una attrezzatura di perforazione costituita da una sonda a rotazione *FRANZA MAF 600* con velocità di rotazione di 300 giri/min, coppia massima > 600 Kgm. Il carotiere utilizzato è di tipo *semplice* con $\varnothing = 101$ mm, mentre il tubo di rivestimento presenta un $\varnothing = 127$ mm. I campioni indisturbati sono stati prelevati con campionatore di tipo SHELBY per fustelle Inox con $\varnothing = 88,9$ mm

Per la **prospezione sismica** di tipo *Down Hole*, la cui fase di acquisizione consiste nel registrare l'arrivo delle onde elastiche che si propagano nel terreno, opportunamente generate attraverso una massa battente. Le onde longitudinali (P) sono ottenute con un colpo verticale della massa battente sulla piastra di alluminio, ubicata a distanza fissa dal foro. Le onde trasversali (S) sono generate da un colpo orizzontale su di una trave solidale col terreno. L'operazione viene ripetuta su entrambi i lati della trave per riconoscere, sul sismogramma l'inversione di fase delle onde trasversali (picco positivo - picco negativo), si è utilizzato un sismografo digitale "*ABEM Instrument AB'*" (Allén 1, S-172 66 Sundbyberg – Sweden – www.abem.se) modello *Terraloc MK8* (matricola n° 4091971) a 24 canali con geofoni da foro "*AMBROGEO'*" (www.ambrogeo.com)

La **prospezione elettrica in foro** di tipo *Cross Hole tomografico*, si effettua tra 2 fori di sondaggio, in ciascuno dei quali si installa un cavo multielettrodo (24 elettrodi) solidale con una tubazione in PVC che ha la funzione di bloccare il cavo. L'anello creato tra la tubazione e le pareti del foro viene riempito con una miscela bilanciata di acqua, cemento e bentonite. L'acquisizione dei dati avviene utilizzando un polo di corrente remoto cioè a distanza di molto superiore a quella tra elettrodi (70 m) per evitare fenomeni di polarizzazione degli elettrodi che possano inficiare parte delle misure. Le misure sono state eseguite con un *georestivimetro IRIS SYSCAL PRO* alimentato da batteria 12 V, in grado di immettere nel terreno, mediante il generatore interno, fino a 800 volt di tensione e una corrente continua di 1A.

I risultati che si volevano ottenere con le indagini sopra evidenziate, erano più di uno. In particolare si voleva, come detto:

- ricostruire la natura e la dimensione delle fondazioni del pilastro;
- definire la categoria sismica del terreno di fondazione;

- determinare i parametri geotecnici dei terreni attraversati.

Natura e dimensioni delle fondazioni

Per ottenere il primo risultato si sono utilizzati i due sondaggi per eseguire, come detto, una *tomografia di resistività elettrica* in foro del tipo *Cross Hole tomografico*. Si tratta di una tecnica diagnostica che consente di determinare la distribuzione di resistività elettrica nel sottosuolo a partire da un gran numero di misure di potenziale elettrico compiute mediante elettrodi che normalmente sono posti sulla superficie del terreno.

L'utilizzo di elettrodi in configurazione non convenzionale, all'interno di fori disposti lungo il perimetro di edifici o di manufatti in genere, rappresenta uno sviluppo di ultimissima generazione della tecnica (Fischanger et al., 2007). Ciò consente di analizzare con buon dettaglio le strutture di fondazione dell'edificio oltre che, ovviamente, le caratteristiche locali del terreno di appoggio (tipologie litologiche, zone umide o accumuli di acqua, anomalie resistive attribuibili a cavità o a disomogeneità del terreno al di sotto dell'edificio).

Questa metodologia di indagine consente dunque il superamento di quei vincoli che il contesto urbano pone alle tradizionali indagini geotecniche (prove penetrometriche e altro) e nel contempo consente di acquisire una informazione non puntuale ma sulle caratteristiche volumetriche del terreno investigato.

Categoria sismica dei terreni

Per la definizione della categoria sismica dei terreni si è fatto uso del sondaggio S1, opportunamente attrezzato per consentire tale prova, realizzando al suo interno una prova sismica tipo *down-hole*. L'obiettivo delle indagini geofisiche in foro è quello di ottenere dalla determinazione delle velocità delle onde longitudinali (P) e trasversali (S) i parametri elasto-meccanici quali il coefficiente di Poisson (ν), il Modulo di Young (E) ed il modulo di Taglio (G) attraverso l'ausilio di formule matematiche.

Il Coefficiente di Poisson è un numero dimensionale ed è senza dubbio il parametro che consente la più rapida valutazione della qualità meccanica dei litotipi investigati. A parità di litologia un aumento o una diminuzione del modulo ν indica rispettivamente un peggioramento o un miglioramento delle qualità geomeccaniche. Tra i fattori che influenzano la velocità di propagazione delle onde longitudinali e trasversali, e quindi il valore del coefficiente di Poisson, vanno ricordati la fratturazione, la presenza di fluidi, la porosità, la facies mineralogica e petrografica, il carico litostatico e l'età geologica.

Il metodo *Down-Hole* prevede la sorgente energizzante in superficie ed i sensori all'interno di un foro di sondaggio opportunamente attrezzato. I sensori che si utilizzano sono assemblati in modo

da essere calati e ancorati a profondità crescenti. Energizzando in superficie e misurando i tempi di arrivo del primo impulso ai geofoni si ha la possibilità di determinare la velocità verticale dei litotipi incontrati durante la perforazione. Il fronte d'onda ed il relativo raggio sismico non subiranno fenomeni di rifrazione per un angolo di incidenza normale alle superfici di discontinuità elastica e quindi sarà possibile ottenere le velocità dell'onda diretta senza le limitazioni della sismica a rifrazione, per la quale è indispensabile che la velocità di propagazione delle onde aumenti con la profondità; eventuali inversioni di velocità all'interno dei terreni indagati non costituiscono perciò elemento di incertezza in fase di interpretazione

Parametri geotecnici

I campioni prelevati, n° 4 campioni indisturbati (2 dal sondaggio S1 e 2 dal sondaggio S2) e n° 1 frammento di carota (dal sondaggio S2), sono stati affidati al laboratorio di analisi geotecniche per la determinazione delle caratteristiche fisiche e (per alcuni) meccaniche dei terreni.

I due sondaggi sono stati realizzati a carotaggio continuo e portati entrambi a 30 m dal p.c., per consentire, oltre l'esecuzione della geofisica come sopra descritta, di indagare i terreni a profondità superiore rispetto a quelle raggiunte dai sondaggi delle precedenti campagne di indagini.

Ciò si è reso necessario in quanto la soluzione progettuale adottata prevede di passare in galleria sotto le arcate dell'acquedotto per evitare qualsiasi tipo di interferenza. La conoscenza dei dati fisico meccanici dei terreni ha consentito il giusto calcolo delle opere da realizzare in sotterraneo.

Interpretazione dei risultati

Le *stratigrafie* ottenute dai due sondaggi sono in tutto paragonabili a quelle ottenute dai sondaggi delle precedenti campagne geognostiche. In particolare si rileva come, dopo limi sabbiosi e limi argillosi, ad una profondità compresa tra i 5,50 ed i 6,00 m, si rinventa una formazione ghiaioso - sabbiosa di colore marrone grigiastro, con clasti eterogenei con \emptyset che può arrivare fino a 8 cm.

Per quanto concerne i risultati della *sismica in foro* (prova *Down Hole*), il modello sismo stratigrafico che emerge dall'analisi dei dati presenta una buona corrispondenza con quello litostratigrafico. In particolare da p.c. a 3 m si hanno velocità basse (sia P che S) che si incrementano notevolmente (soprattutto le P) fino a 7 metri. Da questa quota sino a 12 m le onde P presentano una diminuzione di velocità (fino a circa 1000 m/s), mentre le S aumentano al valore di circa 380 m/s: si tratta di un sedimento composto da sabbie e ghiaie.

Segue un sismostrato che per le Vs mostra valori costanti di circa 250 m/s sino a 22 m, mentre le Vp mostrano valori prima di circa 1680 m/s e poi circa 1470 m/s da 19 a 22 m (si tratta di materiali sciolti finì a principale componente limoso argillosa). Successivamente, e sino alla profondità di 25 m le velocità crescono entrambe, Vp circa 1900 m/s e Vs circa 300 m/s. Infine

l'ultimo strato di sabbie ghiaiose e limi presentano le massime Vs misurate (377 m/s), mentre le Vp decrescono decisamente sino a 1.280 m/s circa. La Vs₃₀ riferita al piano di campagna è risultato essere di 237 m/s e quindi la Categoria di è C. Per la definizione dell'andamento delle velocità delle onde P ed S e dei relativi parametri elastici si rimanda alla allegata relazione della Società Pologeologico.

Infine per quanto concerne la prova elettrica in foro detta *prova cross hole tomografico*, i dati ottenuti hanno permesso di evidenziare quanto segue.

La prova, eseguita sulla sezione di terreno compresa tra i due sondaggi realizzati tra le arcate dell'acquedotto Nottolini, mette in evidenza, se si osserva la relativa stratigrafia (vedi Sezione 2D di tomografia elettrica in foro alla pagina 34 del *Rapporto indagine Geofisica* della Pologeologico allegata alla Relazione geologica), che i materiali presenti hanno in genere una bassa resistività mentre si evidenzia un aumento di quest'ultima in corrispondenza del tratto compreso circa tra i 6,5 ed i 12 metri dal p.c.

Il confronto con la stratigrafia desumibile dalle due perforazioni eseguite consente di giustificare tale aumento con la presenza di uno strato di sedimenti grossolani compreso tra depositi di sedimenti più fini, in accordo con la teoria di questo tipo di strumentazione e con l'esperienza tratta da analisi in terreni consimili.

Dalla lettura della sezione tomografica si deduce inoltre che non sono presenti anomalie di resistività associabili alla supposta presenza di pali in legno che, secondo quanto si evince dalla letteratura, costituirebbero la base su cui sono stati poggiati i plinti di fondazione degli archi.

Una ampia anomalia di resistività che non ha una corrispondenza con la stratigrafia è quella, a forma di lente irregolare, che ha il suo massimo tra le quote 7,5 e 9 m dal p.c. La più immediata lettura di questa anomalia potrebbe far pensare ad una maggiore percentuale dello scheletro ghiaioso per "addensamento naturale" ma la circostanza che la lente si trovi proprio in corrispondenza della proiezione del pilastro permette di ipotizzare che l'addensamento dei sedimenti non sia naturale.

In effetti, se si tiene conto che i pali in legno utilizzati per questo tipo di fondazioni (di una lunghezza variabile tra i 10 ed i 20 m con massimi di circa 35 m secondo quanto si desume dalla letteratura) erano rinforzati con una "puntazza" in acciaio alla base ed una cuffia in sommità ed erano messi in opera con sistemi di battuta azionati e sollevati a mano o a manovella, si può ipotizzare che la forte anomalia segnalata possa essere dovuta all'addensamento delle ghiaie sotto l'effetto della pressione ed alla presenza delle "puntazze" in metallo messe in opera per proteggere la punta dei pali.

L'apparente contraddizione tra la profondità prevista di circa 12 m e quella deducibile di 9 m potrebbe essere superata se si considera che l'infissione dei pali ha trovato una forte resistenza nell'attraversare lo strato di ghiaie e sabbie, come si deduce dalle prove penetrometriche eseguite nel sondaggio S3 realizzato a breve distanza ed i cui risultati sono presenti nell'elaborato T00GE00GEORE04A (Quaderno delle indagini geognostiche - Prove di laboratorio). Da questi dati si evince che le prove penetrometriche (SPT) allora eseguite riportano per questo strato valori N_{SPT} compresi tra 53 e 61 che, come detto nelle Norme AGI, indicano la presenza di materiale "molto addensato", questo in accordo con i risultati della citata tomografia.

Sulla base di queste osservazioni è probabile che la massima profondità dei pali sia compresa tra gli otto ed i nove metri dal piano campagna.

Dalla citata tomografia si può inoltre dedurre, sempre con riferimento alle variazioni di resistività, che la profondità della fondazione in muratura del pilastro ha un valore compreso tra i 2 ed i 2,5 metri dal piano campagna.

A.4 GEOTECNICA

A.4.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

Con DGR n° 604 del 16 giugno 2003 la Giunta Regionale della Toscana delibera il recepimento della Riclassificazione sismica del territorio della Regione come individuata nell'allegato A dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003. Il comune di Lucca è stato identificato in zona 3 (pericolosità media), cui corrisponde il valore di $a_g = 0,15g$.

Nel corso del 2006 una nuova Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 quale riferimento ufficiale ed ha definito i criteri nazionali che ciascuna Regione deve seguire per l'aggiornamento della classificazione sismica del proprio territorio.

Questo strumento normativo, per la prima volta, ha portato a valutare la classificazione sismica del territorio secondo parametri sismologici svincolati dal solo criterio politico del limite amministrativo utilizzato fino a quel momento.

Con la DGR n° 841 del 26 Novembre 2007 la Giunta Regionale del Toscana stabilisce quindi un "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche secondo quanto disposto dall'OPCM 3274/2003 e dall'OPCM 3519/2006". Il territorio del Comune di Lucca risulta classificato in zona sismica 3.

Alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale il 4 febbraio 2008, è allegato un documento sulla pericolosità sismica (Allegato A), che prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione (paragrafo 3.2.3) venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica di base, più semplicemente chiamata pericolosità sismica.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C., dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g** = accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

I valori di pericolosità sismica secondo l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b per l'area in esame sono riportati in una mappa pubblicata dall'INGV, in cui vengono rappresentati i valori medi (con deviazione standard) corrispondenti a una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) della massima accelerazione del suolo indotta dal terremoto, nota in letteratura come PGA (acronimo di *Peak Ground Acceleration*).

Da tale mappa è possibile evincere che l'area interessata dalla proposta di progetto ha una PGA dell'ordine di $0,125 \div 0,150$ g.

Le indagini geognostiche del 2004-05 hanno compreso anche una prospezione sismica a rifrazione, ubicata in corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria Lucca - Firenze e finalizzata, oltre alla verifica della successione stratigrafica, ad individuare la categoria del suolo sotto l'aspetto sismico, così come richiesto dalla normativa in questione. Con il medesimo scopo sono state inoltre considerati gli studi di microzonazione realizzati per il territorio comunale di Lucca dallo Studio Barsanti, Sani & Sani e Studio Associato Nolledi nel 2004, che individuano le categorie del profilo stratigrafico previste dall'Ordinanza suddetta.

Il tutto è rappresentato nell'elaborato T00GE00GEOCS01A, che costituisce la *Planimetria con classificazione sismica del territorio* in scala 1:25.000.

Come è noto, nelle *Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica* si definiscono cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità V_{s30} (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

- A) *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B) *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
- C) *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
- D) *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle

proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $7 c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine).

E) *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D* per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s).

In aggiunta a queste cinque categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

La prospezione sismica a rifrazione eseguita in località Corte Corazza, Toringo, in occasione delle presenti indagini dalla ditta BIERREGI di Pescaglia, nel dicembre 2004, è stata realizzata secondo una stesa con lunghezza di 92 metri, utilizzando 24 geofoni con interasse di 4 metri e 7 registrazioni.

Tale indagine ha permesso di distinguere 3 diversi orizzonti caratterizzati da velocità sismiche diverse, così descrivibili:

1. Dal piano campagna fino a 3.26-4.86 metri di profondità uno strato riconducibile a sabbie-limoso-argillose tipo "Bellettone" caratterizzato da una velocità V_s media di 160 m/sec.
2. Da 3.26-4.86 metri a 14-16.13 metri con andamento abbastanza regolare uno strato caratterizzato da una velocità V_s media di 320 m/sec riconducibile alle ghiaie (acquifero).
3. Oltre, con andamento irregolare, uno strato caratterizzato da una velocità $V_s > 605$ m/sec riconducibile alle argille fluvio-lacustri.

Analizzando i risultati ottenuti in confronto con i dati stratigrafici già esistenti nei dintorni, ottenuti da prospezioni che non hanno intercettato depositi fluvio-lacustri fino a circa 30 m di profondità, non si esclude che il terzo strato rifrattore, presente a partire da circa 16 m dal p.c., possa essere ricondotto ad uno stato molto addensato dei sedimenti alluvionali ghiaiosi.

La determinazione del V_{s30} , che è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio, calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{t=1}^{n_t} \frac{h_t}{V_t}} \quad (1)$$

e determinata per ciascuna registrazione eseguita durante la prospezione, ha individuato dei valori compresi tra 340 e 362 m/sec, e quindi corrispondente alla **tipologia di suolo B**, al limite con la tipologia C.

I valori dei parametri caratteristici per il calcolo delle azioni sismiche orizzontali secondo l'O.P.C.M. n° 3274/03 sono quelli di seguito indicati:

Categoria di profilo stratigrafico	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

dove S è il fattore amplificativo e T_B, T_C e T_D sono i tempi (durate) relativi ai vari tratti dello spettro di risposta corrispondente a ciascuna categoria di profilo stratigrafico.

Di seguito si riportano anche le categorie dei suoli e i profili di ricostruzione stratigrafica definiti dalle prospezioni sismiche pregresse (ubicate nel citato Elaborato T00GE00GEORE05A), eseguite nel territorio comunale di Lucca e finalizzate alla definizione della pericolosità sismica:

N° AREA	Località	Velocità media Vs30	Categoria di profilo stratigrafico
1	S. Pietro a Vico	445÷506	B
2	S. Pietro a Vico	449÷488	B
5	Sorbano del Giudice	345÷383	C (⇒ B)
7	SS. Annunziata	373÷377	B
19	S. Filippo	348÷410	B (⇒ C)

Sul tracciato in esame è possibile distinguere, facendo riferimento ai settori individuati nel paragrafo 5.2, i seguenti profili stratigrafici:

ADEGUAMENTO SS N° 12

- intero tracciato, dalla Loc. Ponte a Moriano alla Loc. Corte Pasquinelli: profilo **B**

ASSE NORD-SUD

- intero tracciato, dalla Loc. Tacchini fino alla rotonda di Antraccoli: profilo **B**

ASSE OVEST - EST

- dalla Loc. S. Concordio fino al km 4+300 circa: profilo **C**
- dal km 4+300 circa a fine tracciato (rotonda di Antraccoli): profilo **B**

ASSE EST-OVEST

- dalla rotatoria di Antraccoli al km 2+700: profilo **B**
- dal km 2+700 a fine tracciato (rotatoria Loc. Frizzone): profilo **C**

SOVRAPPASSO FS LUCCA - FIRENZE

- intera opera: profilo **C**

OPERA CONNESSA

- dall'inizio tracciato (Loc. Massa Macinaia) al km 0+700: profilo **C**
- dal km 0+700 al km 1+400 circa: profilo **B**
- dal km 1+400 circa a fine tracciato (rotatoria Loc. Frizzone): profilo **C**

CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO

- dall'inizio tracciato (rotatoria Loc. Frizzone) al km 2+850 circa: profilo **C**
- dal km 2+850 circa al km 3+100: profilo **B**
- dal km 3+100 al km 3+480: profilo **C**
- dal km 3+480 al km 4+450: profilo **B**
dal km 4+450 a fine tracciato (rotatoria su S.P. n° 3): profilo **C**

A.4.2 OPERE PRINCIPALI SUL TRACCIATO E PROBLEMATICHE GEOLOGICHE - GEOTECNICHE RELATIVE

A.4.2.1 PROBLEMATICHE GENERALI

Le principali opere d'arte che caratterizzano il progetto in esame possono essere così riassunte, con le relative problematiche:

TRATTI IN RILEVATO

Sono presenti diverse porzioni del tracciato in cui la viabilità si imposta in corrispondenza di rilevati. In dettaglio la tratta Ovest - Est si caratterizza da quattro porzioni in rilevato con altezze che possono superare, rispetto al piano campagna, gli 8 metri circa. Tali porzioni saranno realizzate, a seconda della localizzazione, con scarpate a pendenza massima di circa il 66%, con spallette laterali (tipo terre armate) o, nel tratto in cui la strada affianca l'autostrada A11, con un muro di sostegno. Altri rilevati importanti si incontrano nei tratti di raccordo con il viadotto previsto in loc. Toringo. La tratta Est-Ovest non comporta interventi impegnativi, in quanto prevede solo un adeguamento della viabilità provinciale esistente. Anche la tratta Nord - Sud presenta rilevati di modeste dimensioni con scarpate a pendenza contenuta. Per questi settori di viabilità, le problematiche geotecniche sono connesse con la caratterizzazione dei terreni di appoggio delle opere, con particolare

attenzione alla problematica dei *cedimenti* dei terreni di appoggio. Si precisa in particolare che la zona compresa tra S. Concordio e Sorbano, dove peraltro è previsto un tratto in rilevato, contraddistinto nel tratto iniziale da elevati spessori rispetto al piano campagna, è caratterizzata da terreni dotati di scarsa consistenza ed elevata compressibilità che gli conferiscono una potenziale propensione ai fenomeni di consolidamento.

TRATTI IN SCAVO

Sono presenti diverse porzioni del tracciato in cui è stata prevista la realizzazione di scavi. In dettaglio la tratta Ovest - Est si caratterizza da un tratto, con sviluppo di circa 500 m, in cui la strada si imposta a profondità rispetto al p.c. attuale comprese tra circa 0.20 m e 1.20 m. E' presente una seconda tratta compresa tra le sezioni 34 e 46 in cui lo scavo può raggiungere la massima profondità di circa 2.4 m. Nelle zone di maggiore scavo il raccordo con la morfologia circostante avviene attraverso la realizzazione di muri laterali di sostegno. Tale soluzione di fatto consente di attraversare due cavalcavia esistenti che superano il tracciato dell'A11, senza intervenire su di essi. Lungo la tratta Nord - Sud sono presenti almeno due porzioni in scavo di cui la prima in corrispondenza dell'attraversamento della S.S. 437 (Via Pesciatina), e l'altro per il superamento dei rilevati esistenti del T. Fraga e della linea ferroviaria Lucca - Aulla in loc. Marlia. Per tali settori si è cercato di fornire una più approfondita caratterizzazione geotecnica e idrogeologica dei terreni coinvolti, al fine di definire sia le problematiche di escavabilità dei terreni e la loro stabilità, sia l'eventuale intercettazione del livello di falda sotterranea. In particolare per queste opere devono essere distinte le problematiche che possono emergere durante le fasi di realizzazione in corso d'opera e ad opera eseguita:

In corso d'opera

- interferenza con la falda, con conseguenti problematiche connesse con gli scavi sotto falda (aggottamento del livello idrico e stabilità delle pareti di scavo);
- vulnerabilità dell'acquifero;
- interazione tra gli scavi ed i fabbricati esistenti adiacenti, soprattutto nelle zone contraddistinte da terreni con copertura superficiale scadente.

Ad opera eseguita

- interazione tra gli scavi ed i fabbricati esistenti adiacenti, soprattutto nelle zone contraddistinte da terreni con copertura superficiale scadente.
- raccolta delle acque meteoriche;

- soluzioni mirate a mantenere in condizioni drenate (installazione di pompe) la viabilità, durante le fasi di ricarica della falda sotterranea ed impedire la formazione di sottospinte idrostatiche.

TRATTI IN VIADOTTO

Il viadotto principale previsto sulla strada di progetto è quello posto sull'asse Ovest - Est un viadotto, tra le sezioni 76 e 86, in loc. Toringo, necessario all'attraversamento della linea ferroviaria Lucca – Firenze, il canale Ozzoretto e la S.S. 439 Sarzanese Valdera. Tale opera, con sviluppo massimo di 479 m, si eleva rispetto al p.c. attuale fino a circa 10.2 m. Il raccordo con il rimanente tracciato avviene mediante rilevati. L'appoggio di tale opera al terreno avverrà attraverso la realizzazione di pile, con plinti di fondazione poggianti su pali. Un altro viadotto, di lunghezza complessiva 100 m, composto da quattro campate da 25 m, risolve l'intersezione con la Via della Madonnina; la sua struttura sarà simile a quella del precedente. Per questa tipologia di interventi è stata definita, in via preliminare, la caratterizzazione geotecnica dei terreni di appoggio.

A.4.2.2 ASPETTI GEOLOGICI - GEOTECNICI DELL'ADEGUAMENTO SS n° 12

Il tratto lungo km 3+720 circa di SS n° 12 che dovrà essere adeguato, unisce la Località Ponte a Moriano, posta al km 30+300 circa dell'esistente SS n° 12, con la località Corte Pasquinelli da dove, per mezzo di una rotatoria si collegherà con il previsto ponte sul Fiume Serchio (non di competenza ANAS). Al km 1+127 si collega all'Asse Nord-Sud mediante una rotatoria.

Il tracciato, che prevede la realizzazione in rilevato, interessa formazioni limoso-sabbiose e sabbiose, che a loro volta poggiano sui sottostanti livelli ghiaioso-sabbiosi. Il valore minimo di N_{spt} , ricavato dalle prove eseguite nel tempo nell'area sulla medesima formazione, è di 33 colpi a cui corrispondono valori di ϕ intorno a 35°. Il valore della soggiacenza, in condizioni di massima ricarica (Fig. 4.3 - novembre 2000) varia tra i 3 ed i 4 m dal p.d.c., mentre in condizioni di media ricarica presenta una soggiacenza di m 6. Stante la tipologia di lavori da eseguire non si prevedono interferenze.

A.4.2.3 ASPETTI GEOLOGICI - GEOTECNICI DELL'ASSE NORD-SUD

L'Asse Nord-Sud, lungo 5+140 km circa, inizia al km 1+127 del tracciato adeguato della SS n° 12, a cui si collega con una rotatoria in località Tacchini; dirigendosi verso sud, si alza rispetto alla quota del terreno per risolvere l'intersezione con la linea ferroviaria Lucca - Aulla e la Via Lungo la

Ferrovia Prima che vengono superate con un cavalcavia di 210 m posto tra il km 0+094 ed il km 0+309. Un cavalcavia, di 245 m, è previsto anche tra il km 0+824 ed il km 1+065 per superare il Condotto pubblico, Via per Marlia e Via dell'Acqua calda. Al km 1+543 si realizzerà un sovrappasso per garantirne la continuità di Via Tognetti.

Per quanto riguarda gli aspetti geologici e geotecnici, in base alle stratigrafie ricostruibili in base ai dati ottenuti con la penetrometria 41 ed il sondaggio S851, la costruzione del sovrappasso intercederà prevalentemente i terreni di copertura limoso-sabbiosi e sabbiosi, ed in parte i sottostanti livelli ghiaioso-sabbiosi. I valori di N_{spt} determinati durante l'espletamento dei due sondaggi, in corrispondenza delle fondazioni, sono risultati pari al valore minimo di 33 colpi, cui corrispondono valori di φ intorno a 35° . La falda, in condizioni di media ricarica presenta una soggiacenza di m 6 e non interferisce con lo scavo, mentre l'interferenza è presente in condizioni di massima ricarica (novembre 2000), in cui la soggiacenza ha raggiunto i 4 m dal p.d.c.

Al km 1+950 circa la strada di progetto interseca Via delle Ville; tale interferenza è risolta mantenendo il tracciato a raso e realizzando una rotatoria a 4 bracci. In questa zona i dati geognostici (Cpt 15 – Cpt 14) mettono in luce, al di sotto del terreno agrario limoso-argilloso, spesso al massimo un metro, un livello sabbioso-limoso di media consistenza passante a breve profondità (1,5-2 m) all'orizzonte ghiaioso-sabbioso grossolano. Al km 3+144 circa un altro sovrappasso sulla strada di progetto risolve l'intersezione con Via dei Coselli. In questa zona lo spessore della copertura limoso-sabbiosa si riduce ad un metro e già ad 1,2 m il valore di R_p supera i 200 Kg/cm^2 . Infine al km 4+090 circa un'altra rotatoria risolve a raso l'interferenza con la SS n° 435 Pesciantina. Dal punto di vista geologico e geotecnico l'opera intercederà terreni granulari, già a partire dal piano campagna, per i quali anche a breve termine non sono prevedibili condizioni di stabilità. Per tale intervento dovranno pertanto essere previste le opere di sostegno provvisoria dimensionate sulla base dei parametri geotecnici desunti dal sondaggio S06 e considerando la presenza di una falda pressoché coincidente con il piano di campagna. In dettaglio la stratigrafia del sondaggio S06, confermando i dati pregressi disponibili, definisce al di sotto di una copertura limoso-sabbiosa con spessore inferiore al metro, la presenza di materiale dapprima sabbioso e poi ghiaioso-sabbioso in matrice sabbioso-limoso. I parametri di resistenza, definiti dalle prove SPT, presentano valori di N_{spt} compresi tra 24 e 41 colpi, che corrispondono a valori di φ compresi tra 34° e 36° . Al km 5+141 termina l'asse per raccordarsi con l'intersezione di Antraccoli.

A.4.2.4 ASPETTI GEOLOGICI - GEOTECNICI DELL'ASSE OVEST-EST

Questo asse del nuovo Sistema Tangenziale, lungo km 6+086 circa, che unisce San Concordio con Mugnano, prevede una soluzione complanare all'autostrada A11, da realizzarsi prevalentemente in rilevato. In questa fase di studio è stata eseguita la verifica dei cedimenti dei terreni di sottofondo mediante apposito software, tenendo conto delle caratteristiche geometriche del rilevato e delle proprietà dei terreni di appoggio. In particolare i calcoli sono stati eseguiti in corrispondenza delle sezioni caratterizzate dalla maggiore altezza del rilevato e sulla base dei parametri desunti dalle prove penetrometriche CPT più vicine. Per ciascuna sezione sono state eseguite tre diverse verifiche, considerando l'appoggio del rilevato a 0,0 m dal p.c. attuale, a -0,5 m e a -1,0 m. I dati ottenuti sono riportati nella tabella che segue.

Tratta ovest-est Sez. n°	CPT di riferimento	<i>Piano posa fondazione rilevato</i>		
		0,00 m dal p.c.	-0,50 m dal p.c.	-1,00 m dal p.c.
		Δh (cm)	Δh (cm)	Δh (cm)
5	Pt01	24,15	24,75	25,45
7	Pt01	15,54	15,75	16,27
30	Pt03	2,8	2,7	2,5
76	Pt05	2,6	2,2	1,8
118	Pt07	3,8	2,6	1,5

Da tali dati si evidenzia come in corrispondenza delle sezioni n° 5 e 7 si verificano valori di cedimento molto elevati, ($\Delta h = 24$ cm e $\Delta h = 15$ cm), mentre per le altre sezioni considerate i cedimenti si mantengono dell'ordine dei 2-4 cm. Infatti tra il km 0+210 ed il km 0+235 la strada di progetto interseca Viale San Concordio e tale interferenza è risolta salendo con la livelletta del tracciato fino alla quota dell'Autostrada A11 esistente e portandosi parallela a questa in modo da realizzare un cavalcavia di 25 m di lunghezza. Dai tabulati di calcolo si nota come per la sezione 5, definita stratigraficamente dalla penetrometria 1, il maggiore cedimento di verifica tra i 4,5 ed i 7,0 m dal p.c., contraddistinti dai minori valori di modulo edometrico e da uno scarso grado di consolidazione (OCR). Il sondaggio S1, posto all'incirca alla progressiva 0+100, conferma che fino a circa m 7,50 dal p.d.c. è presente un pacco di terreni prevalentemente limosi e limoso-argillosi di media plasticità e compressibilità ($LL = 39$, $C_c = 0,227$ a 4,50-5 m di profondità). Dalle verifiche si nota inoltre come in corrispondenza delle sezioni critiche si verifica una rapida riduzione del cedimento dall'asse del rilevato verso il margine esterno, con assestamenti che dai 25 cm in asse al rilevato divengono pari a circa 13 cm al bordo esterno. Per le altre sezioni verificate (n° 30, 76,

118), la maggiore aliquota di cedimento si ha in corrispondenza degli strati più superficiali decrescendo in profondità.

Da tale analisi preliminare si evidenzia quindi che per il settore 1, per tutta la lunghezza interessata da un'altezza del rilevato superiore ai 2 m, si rendono necessari interventi di bonifica di un certo impegno, con drenaggio dei terreni argillosi soffici, che portino ad un'accelerazione del processo di consolidamento dei terreni meno consistenti. In analogia a quanto adottato dalla SALT, che ha affrontato la realizzazione di rilevati analoghi in corrispondenza del vicino svincolo di Lucca Est dell'A11, si può suggerire l'impiego, sotto il corpo del rilevato, di dreni a nastro con dimensioni di m 1,50 x 1,50 e profondità di m 10, unitamente alla messa in opera di un materasso di bonifica anticapillarità.

Per quanto riguarda i pali di fondazione del ponte di attraversamento del Viale S. Concordio, può assumersi un'ipotesi progettuale di una profondità media tra 20 e 25 m (il terreno resistente in cui realizzare i pali si colloca a partire da 7,5-8 m dal p.d.c. ed il suo spessore è dell'ordine dei 12 m, con valori di φ compresi tra 34° e 36°); tali dati consentono di ipotizzare pali di grande diametro (\varnothing 1000) e di elevata portanza (>200 ton).

Al km 0+900 circa la strada di progetto passa con una sezione scatolare sotto al rilevato del cavalcavia autostradale di Via del Sorbano del Giudice. Il sottopasso scatolare interferisce con la spalla esistente del cavalcavia che deve essere demolita; l'impalcato del cavalcavia dovrà essere sostenuto da puntelli provvisori per permettere la demolizione della spalla e la costruzione del nuovo sottopasso che con la sua parete verticale lato autostrada fungerà anche da spalla per il cavalcavia. Il passaggio implicherà lo scavo in terreni limoso-argillosi di media plasticità e compressibilità ($LL = 46$ $C_c = 0,224$ a 2,50-3 m di profondità ed $R_p > 10$ Kg/cm² fino a m 1,40 e tra 6 ed 8 Kg/cm² tra 1,60 e 2,20 m dal p.d.c.), con falda prossima al p.d.c.; tali condizioni comporteranno l'adozione di opere provvisorie di sostegno degli scavi e la bonifica del sottofondo.

Relativamente all'interferenza con la falda, i dati piezometrici disponibili indicano anche in condizioni di media ricarica la possibilità di intercettare il livello idrico sotterraneo. Pertanto dovranno essere previsti gli accorgimenti tecnici necessari all'abbattimento di tale falda in corso d'opera ed un corretto dimensionamento della soletta di fondazione per contrastare eventuali sottospinte idrostatiche.

Al km 1+423 circa la strada di progetto interseca l'acquedotto monumentale detto "del Nottolini". In dettaglio il progetto prevede di sottopassare l'acquedotto con una trincea dal km 0+803 che

consente di abbassare la livelletta fino al km 1+243 dove inizia la galleria artificiale che termina al km 1+393; un tratto in trincea fino al km 2+108 consente di riportare la livelletta al p.d.c.

In questa zona la stratigrafia ricostruita dal sondaggio S03 e dai due sondaggi S1 e S2 del 2012, ha evidenziato la presenza di una copertura limoso-sabbioso-argillosa (Bellettone) a profondità variabili tra 6,2 e 7,5 m dal p.c., seguita da uno spessore di circa 7 m di sabbie e ghiaie resistenti,. Al di sotto sono stati rinvenuti depositi prevalentemente argillosi e argilloso-limosi, talora assai plastici, con spessori di circa 12 m, seguiti da sedimenti da addensati a molto addensati, riconducibili a depositi fluvio-lacustri, costituiti da prevalenti sabbie e ghiaie in abbondante matrice argilloso-limosa con intercalazioni di limi argilloso-sabbiosi compatti.

Dal punto di vista geotecnico l'orizzonte di copertura superficiale del Bellettone può essere descritto dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati tra 4,50 m e 4,80 m e tra 4,80 m e 5,10 m, denotando il passaggio da una facies più sabbiosa ad una più marcatamente limosa con valori di coesione drenata di 18 Kpa ed angolo di attrito di 14°, mentre all'orizzonte di sabbie e ghiaie, tramite le prove Nspt eseguite in situ (profondità di 7,8 m e di 10,0 m) sono attribuibili valori di angoli di attrito interno di circa 37°. Le argille limoso-sabbiose sottostanti alle ghiaie sono state campionate nei due sondaggi recenti ed hanno dato, per lo strato più sabbioso, intorno ai 16,5 m di profondità, valori di coesione drenata di 0,0 kPa e di angolo d'attrito tra 31,6° e 32,2°; per gli strati più argillosi alla profondità di 21,5 m, si ha $C = 7,6$ kPa e $\varphi = 28,3^\circ$; l'ultimo strato indagato, alla profondità di circa 25 m, ha valori di $c = 0,0$ e di $\varphi = 38,4^\circ$. Infine, la prova SPT eseguita nei depositi fluvio-lacustri preconsolidati (profondità di 25,5 m) ha fornito un valore di angolo di attrito interno pari a 36°, mentre le analisi effettuate sul campione CR2 (prelevato alla profondità compresa tra 26,0 m e 26,5 m) e distinguibile granulometricamente in due frazioni, hanno dato per la porzione più fine dei valori di $LL = 43$, $Lp = 27$ e $Ip = 16$, mentre sulla porzione a composizione sabbiosa dei valori dei limiti $LL = 29$, $Lp = 20$ e $Ip = 9$.

In relazione al locale assetto geologico-tecnico, le opere strutturali che dovranno essere realizzate in corrispondenza delle arcate dell'acquedotto, saranno con tutta probabilità ancorate in corrispondenza dell'orizzonte sabbioso-ghiaioso che presenta profondità comprese tra 7,5 m e 12,7 m nel sondaggio S03 del 2005 e tra 6,0 e 13,5 quale media dei valori trovati con i sondaggi del 2012 (vedi relazione sulle indagini geognostiche allegata). Il passaggio avverrà per mezzo di una galleria artificiale che interesserà gli orizzonti di terreno già citati e dei quali si sono dati i parametri geotecnici.

Al km 1+750 circa la strada di progetto interferisce con la spalla esistente del cavalcavia autostradale di Via delle Cave che viene superato con un sottopasso. In tale località è stato

realizzato il sondaggio S4, che evidenzia 6,90 m di copertura limoso-argillosa, con intercalazioni sabbiose, con un valore di coesione non drenata di 31,8 Kpa nel campione prelevato tra 5 e 5,60 m. Un altro sottopasso serve a superare l'interferenza con il cavalcavia su Via del Sorbano del Vescovo al km 2+075.

Dal km 2+915 al km 2+955 circa, un ponte di luce 40,00 m sulla strada di progetto risolve l'intersezione con il canale Ozzoretto; la struttura del ponte sarà simile a quella di Via di San Concordio. I pali di fondazione dovranno essere spinti a non meno di 16-18 m di profondità.

L'asse stradale di progetto con un viadotto, di lunghezza complessiva 525 m, previsto tra il km 3+716 e il km 4+241, risolve l'intersezione con la ferrovia Lucca - Pistoia - Firenze, il canale Ozzoretto e la Via del Marginone. La stratigrafia disponibile per questo tratto è stata definita dai sondaggi pregressi 309, 310 e 103, dalle penetrometrie pregresse 564, 855, 253 e 845 e dalla penetrometria pt16 della campagna d'indagini del 2005, oltre che dalla stesa sismica St1.

Dall'insieme di tali dati si evince che le fondazioni del viadotto dovranno trasferire i carichi di esercizio oltre i 4,5 m di profondità dal p.c. e cioè all'interno dell'orizzonte sabbioso ghiaioso resistente. Sarà pertanto opportuno realizzare delle opere di fondazione appoggiate su pali dimensionati in maniera tale da escludere il contributo della portanza laterale nei terreni di copertura limoso-argillosi di scarsa resistenza.

Al km 5+668 circa uno scatolare di 10,00 m sulla strada di progetto risolve una seconda intersezione con il canale Ozzoretto. Nella realizzazione dell'opera si potrà tenere conto del ridotto spessore della copertura limosa (2-3 m) e del fatto che il pacco alluvionale ghiaioso-sabbioso supera i 20 m di spessore.

A.4.2.5 ASPETTI GEOLOGICI – GEOTECNICI DELL'ASSE EST-OVEST

L'asse Est-Ovest, lungo km 4+329, inizia dalla rotatoria di Antroccoli, dove si raccorda con le tratte illustrate prima, e termina in Località Frizzone in prossimità del nuovo casello di Capannori, di prossima realizzazione, da parte della Società Autostrade, sull'A11.

Questo asse si sviluppa come ampliamento e adeguamento dell'attuale viabilità, in prevalenza costituita dalla Strada Provinciale n° 23 detta "Via Romana", e queste operazioni non comportano l'esecuzione di opere d'arte particolarmente significative. In tale contesto, per la parte geologica e geotecnica ci si è limitati soltanto alla elaborazione dei dati pregressi, riportati negli elaborati della campagna di indagini del 2005.

La struttura viaria interessa, dal punto di vista geologico, terreni limoso-sabbiosi, con componente argillosa, del "Bellettone" che nel primo tratto presentano uno spessore di 4 - 5 m (v. stratigrafia pozzo P29 e CPT n° 653), con livelli sabbiosi (valori di φ intorno a 30°), intercalati al pacco di terreni limoso-sabbiosi (φ compreso tra 27° e 29°).

Successivamente, spostandoci da Est vero Ovest in direzione di Capannori, alla base del livello limoso tende ad essere presente un orizzonte più marcatamente sabbioso, con limo e con ghiaia (livelli a1 ed a2 evidenziati nel profilo). Al di sotto di questi terreni è presente un pacco di ghiaie anche grossolane e sabbia media, il cui spessore supera i 45 m nella zona di Paganico, ove l'andamento stratigrafico è ricostruibile con un certo dettaglio utilizzando la successione desumibile dai pozzi dell'acquedotto comunale (v. pozzo P79). In questa zona il massimo spessore delle alluvioni più grossolane corrisponde alla massima incisione nel substrato fluviolacustre ed alla successiva sedimentazione operate dal paleo Serchio nel suo antico percorso da Ponte a Moriano verso Bientina, ove confluiva nell'Arno.

Con l'avvicinamento a Capannori, lo spessore dei sedimenti ghiaioso-sabbiosi si riduce progressivamente fino a 22-25 m mentre rimane più o meno costante (4 - 5 m) l'altezza dei depositi limoso-sabbiosi superficiali, che non presentano apprezzabili cambiamenti neppure nei loro parametri caratteristici (φ compreso tra 26° e 28° nella frazione sabbiosa, cu 30-35 kPa nella frazione argilloso-limosa, mv variabile tra 0,015 e 0,03 cm²/Kg).

L'asse termina con l'innesto nell'Asse Nord-Sud in corrispondenza dell'intersezione di Antraccoli, dove, considerando i dati stratigrafici e geotecnici pregressi e di nuova acquisizione (sondaggio n° 390 e CPT 09), il terreno più resistente si colloca a partire da 3-3,5 m dal p.d.c. ed il suo spessore varia tra 18 e 25 m, con valori di φ compresi tra 34° e 36°, mentre l'orizzonte superficiale limoso-sabbioso con parametri più scadenti ($\varphi = 26^\circ-28^\circ$, mv = 0,015-0,02 cm²/Kg) riduce il suo spessore a soli 2-3 m. In questa zona l'asse si collega al viadotto che consente di superare lo svincolo di Antraccoli, di cui si è già parlato a conclusione del paragrafo 9,2.

A.4.2.6 CAVALCAFERROVIA LUCCA - FIRENZE. ASPETTI GEOLOGICO-GEOTECNICI

L'opera, posta nell'area "ex scalo merci" di Lucca, lunga in totale km 0+600, è costituita da un viadotto lungo circa 142 m e dalle rampe di raccordo.

Utilizzando i dati acquisiti per l'area a sud relativa all'asse Ovest-Est si può ipotizzare che fino a circa m 7,50 dal p.d.c. sono presenti terreni prevalentemente limosi e limoso-argillosi di media plasticità e compressibilità (LL = 39, Cc = 0,227 a 4,50-5 m di profondità), e, data anche la ridotta

soggiacenza della falda, è opportuno eseguire una bonifica con drenaggio dei terreni argillosi soffici, per attivare un processo di consolidamento dei terreni meno consistenti.

Per quanto riguarda i pali di fondazione del viadotto, sulla base dei dati disponibili è possibile scegliere profondità media e dimensioni simili a quelle calcolate per il viadotto dell'Asse Ovest-Est.

A.4.2.7 OPERA CONNESSA. ASPETTI GEOLOGICO-GEOTECNICI

Questo asse stradale dallo sviluppo totale di km 5+860, percorrendo la parte meridionale della pianura di Lucca, unisce la Località Massa Macinaia con l'area del Frizzone dove si attesta anche il casello autostradale dell'A11.

La sua realizzazione prevede l'adeguamento di lunghe tratte stradali già esistenti e la realizzazione di alcune tratte nuove, comunque sempre con tipologia a raso, con rilevati ridotti. Non sono previste opere d'arte particolari in quanto il viadotto in corrispondenza dell'attraversamento del Fosso Rogetto e del Canale Rogio, in Località Ponte Maggiore, è stato rifatto da poco ed ha già le caratteristiche richieste dalla nuova viabilità del sistema tangenziale. Si realizzeranno una prima rotatoria a 4 bracci all'inizio del tracciato che farà da collegamento tra via dello Spada e la S.P. di Sottomonte, una seconda rotatoria a tre bracci al km 0+700, una terza rotatoria per risolvere l'intersezione tra via di Tiglio e via Tazio Nuvolari ed una quarta rotatoria a 4 bracci in corrispondenza dell'interferenza con via del Casalino. Dal km 4+386 al km 5+729 l'interferenza con il canale Rogio è risolta con la costruzione di un muro. Il tracciato termina con una quinta rotatoria a 3 bracci che collega via lungo il Rogio e via Frizzone.

La geologia del substrato è caratterizzata dalla presenza di terreni limoso-sabbiosi, con componente argillosa, che, dal confronto con le stratigrafie realizzate in aree con le stesse caratteristiche, possono presentare spessori compresi tra i 3,5 ed i 7 m; i valori dell'angolo d'attrito possono variare dai 26-28° delle facies più limose fino ai 30° per i livelli più marcatamente sabbiosi.

A.4.2.8 CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO. ASPETTI GEOLOGICO-GEOTECNICI

Questo asse del Sistema Tangenziale di Lucca consente il collegamento tra il casello dell'A11 in località Frizzone con un tratto della S.P. n° 3 Bientina Altopascio, subito alla periferia di questo centro abitato, assolvendo anche il compito di convogliare all'esterno il traffico che vi è diretto.

Si tratta di una nuova infrastruttura viaria dalla lunghezza complessiva di circa km 5+787, che sarà realizzata quasi completamente a raso con rilevati di ridotta altezza. Il tracciato ha inizio dalla

nuova rotatoria a 4 bracci su via del Frizzone. Al km 1+350 è prevista una seconda rotatoria a 3 bracci per risolvere l'interferenza con una diramazione di via S. Lucia in località Corte Fagotto. Al km 1+450 l'inserimento di un tombino scatolare (7×2 m) consente il superamento del canale Fossa Nuova, quindi al km 1+530 circa mediante un sottopasso scatolare (13,5×6 m) si supera l'interferenza con l'esistente cavalcavia autostradale dell'A11. In località Quartaroli si realizzerà una rotatoria a 3 bracci per consentire il collegamento con via Leccio e con le vicine aree industriali. Al km 2+140 si passa il Rio Leccio con un tombino scatolare (7×2m). Al km 2+200 ed al km 3+675 si risolve l'interferenza con due cavalcavia autostradali della A11 con altrettanti tombini scatoari (13,5×6 m).

I terreni di fondazione si caratterizzano per essere limoso-argillosi con componente sabbiosa, di media plasticità e compressibilità con valori, ricavati dalle prove eseguite in aree contermini con le stesse formazioni geologiche, del limite liquido LL compresi tra 39 e 46, dell'indice di compressione Cc compresi tra 0,224 e 0,227.

Tra le progressive km 2+750 e km 3+350, il tracciato interessa terreni caratterizzati dalla presenza di sedimenti palustri e probabile presenza di torba che li rendono, da un punto di vista meccanico, di qualità decisamente inferiore e quindi meritano una attenzione particolare e faranno oggetto di indagini mirate e di esami di laboratorio tesi a definirne le proprietà onde evitare l'insorgere di cedimenti differenziali al momento della realizzazione dell'infrastruttura.

A.5 USO DEL SUOLO

A.5.1 URBANISTICA

Si riporta di seguito l'elenco dei piani utilizzati per l'analisi delle destinazioni urbanistiche dei territori attraversati dal tracciato di progetto:

- il Regolamento Urbanistico del Comune di Lucca è stato approvato con delibera di Consiglio Comunale N° 25, del 16 marzo 2004, ai sensi della L.R. n. 5/95 e s.m.i. e pubblicato sul BURT (Bollettino Ufficiale Regione Toscana) N° 15 del 14 aprile 04.

Con delibera di Consiglio Comunale n. 2 del 17 gennaio 2001 è stata adottata la Variante Straordinaria al Regolamento Urbanistico di Salvaguardia al Piano Strutturale (variante di riallineamento del R.U. al P.S.), la quale è stata approvata con delibera del C.C. n.19 del 15 marzo 2012. La pubblicazione sul BURT è avvenuta in data 2.05.2012.

- Il Piano Strutturale del Comune di Lucca, approvato ai sensi della L.R. 16.1.1995 n.5 con atto del Consiglio Comunale n.129 del 9.8.2001, rappresenta la prima fase del nuovo Piano Regolatore Comunale come definito dalla Legge regionale n° 5/95 ed ha il compito di individuare le linee strategiche di uno sviluppo possibile e compatibile con le risorse disponibili.

Con la delibera di G.M. n° 323 del 16 settembre 2008 è stato avviato il procedimento, ai sensi dell'art. 15 della LRT 1/2005, di una variante al Piano Strutturale. Con delibera di C.C. n° 65 del 7 luglio 2009 è stata approvata la Variante stralcio alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Strutturale e con delibera C.C. n° 121 del 15 dicembre 2009 è stata approvata la relazione di monitoraggio sugli effetti, denominata "Direttive e linee guida", redatta ai sensi dell'art. 55, comma 7, della LRT 1/2005.

- Il Regolamento Urbanistico del comune di Capannori, redatto ai sensi della Legge Regionale 16 gennaio 1995 n.5, ed approvato con le delibere C.C. n.13 del 12 marzo 2009, C.C. n.14 del 13 marzo 2009 e n.15 del 16 marzo 2009, è stato aggiornato mediante la redazione della "Variante parziale normativa e cartografica al vigente Regolamento Urbanistico (ex art. 17 Legge Regionale 3/01/2005 n° 1)" sviluppata ai sensi della Legge Regionale n. 1, del 03 gennaio 2005 "Norme per il governo del Territorio", adottata con delibera C.C: n.38 del 21/07/2011 ed approvata con delibera n.63 del 29/12/2011 e successiva pubblicazione sul B.U.R.T. del 02/02/2012.
- Il Piano Strutturale del Comune di Capannori, che ha seguito l'iter di formazione previsto all'art.36 della L.R. n. 5/95, è stato adottato con delibera di C.C. n. 2 del 19.01.2001 ed è stato approvato con delibera di C.C. n. 55 del 18.09.2001.

- Il R.U. del Comune di Altopascio, adottato con delibera di C.C. n.64 del 13/11/2010, è stato approvato con delibera di C.C. n° 5 del 29/03/2011 ed è divenuto efficace il 4/05/2011 con la pubblicazione sul BURT n° 18.
- Il P.S. del Comune di Altopascio è stato adottato con delibera n. 1047 del 27/12/2005 ed è stato approvato con delibera n.51 del 21/07/2008. Viene redatto secondo quanto stabilito dalla L.R. 1/2005 e persegue gli obiettivi, le indicazioni e le prescrizioni del Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) della Regione Toscana approvato con D.C.R.T. n.12 del 25/01/2000 (superato da nuovo PIT 2007) e del Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) della Provincia di Lucca approvato con D.C.P. n. 189 del 13/12/2000 e pubblicato sul B.U.R.T. n. 4 del 24/01/2001.
- Il primo Regolamento Urbanistico del Comune di Porcari è stato adottato con delibera di Consiglio Comunale n. 26 del 14.07.99 ed è stato approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 46 del 26.11.1999. Diverse sono le Varianti in seguito approvate nell'arco temporale che va dal 2001 al 2010; dal 29/12/2008 con atto n.118 in cui viene approvata la Variante parziale al R.U. concentrata principalmente sul problema del dimensionamento residuo del R.U., fino alla Delibera di Consiglio Comunale nr. 44 del 12/05/2010 con cui è stata adottata una Variante parziale al Regolamento urbanistico – Opere Pubbliche e approvata con delibera di Consiglio Comunale n.78 del 27/09/2010.
Con delibera del C.C. n.8 del 09/03/2011 è stata adottata la "Variante parziale del R.U. Gennaio 2011" e con deliberazione del Consiglio Comunale n.38 del 29/06/2001 (pubblicazione sul B.U.R.T. n.33 del 17/08/2011) è stata approvata definitivamente ai sensi del L.R. n.1 del 03/01/2005 "Norme per il Governo del Territorio".
- Il P.S. del Comune di Porcari è stato approvato con delibera n.31 del 10/07/1998. Con deliberazione di Consiglio Comunale n. 37 del 29/06/2011 è stata approvata definitivamente, ai sensi della L.R. n. 1 del 3/01/2005, la "Variante Parziale al Piano Strutturale gennaio 2011".

Asse Nord - Sud

Il tracciato si sviluppa attraversando più volte i limiti comunali di Lucca e Capannori.

I territori interessati sono classificati dai rispettivi R.U. nel modo seguente:

- la rotatoria iniziale di progetto si inserisce nella fascia infrastrutturale prevista dal Piano Strutturale (art. 37-40) del Comune di Capannori;
- dal km 0+000 la km 0+664 circa, rientrando nel Comune di Lucca, il tracciato attraversa un'area agricola periurbana (art. 27.2); in questo tratto è prevista la costruzione di un Cavalcaferrovia di 215m il quale bypassa la linea FS Lucca-Aulla;

- dal km 0+664 la km 0+821 circa, il progetto interseca aree prevalentemente a uso agricolo (art. 27.3);
- dal km 0+821 la km 1+066 circa, il progetto, per mezzo di un cavalcavia lungo 245m, passa sopra ad aree prevalentemente a uso agricolo (art. 27.3), ad aree produttive isolate (art.116) di cui una compresa nel limite di variante, e ad un'AREA APEA – Parco urbano dell'innovazione ecosostenibile, inserita nell'ex progetto norma decaduto-area oggetto di perdita d'efficacia art. 55 L.R. 1/2005 comma 5-6 (art. 140); sono considerate decadute in quanto non conforme dalla variante di R.U.;
- dal km 1+066 al km 1+074 il tracciato ricade nell'area APEA sopradescritta;
- dal km 1+074 al km 2+400 il tracciato incontra: aree prevalentemente a uso agricolo (art. 27.3), un'area a disciplina per gli edifici esistenti nelle aree di perdita di efficacia (art. 34.4), un percorso parco (art. 32.5), aree da destinarsi a verde (art. 35.2), edifici storici (4.2 corti rurali parzialmente alterate - art.42.4), attrezzature di interesse generale (art. 131). Il tratto analizzato, dal km 1+300 circa fino alla km 2+400, si inserisce nel limite del parco del Serchio (art.35), alternandosi ed intercettando più volte la viabilità di progetto prevista dal R.U.;
- in corrispondenza della rotatoria n.2, al km 2+000, è previsto un ammodernamento della viabilità esistente di Via delle Ville;
- l'asse di progetto al km 2+400, rientrando nel comune di Capannori, ricade nella fascia infrastrutturale prevista dal Piano Strutturale (art. 37 -40); la costruzione di un sovrappasso scatolare, al km 3+140 circa, bypassa la viabilità di Via Coselli;
- dal km 3+200 fino al km 5+141.19, km in cui termina la progettazione dell'Asse Nord-Sud, il progetto riattraversa il Comune di Lucca, ricalcando, quasi nella sua totalità, la fascia di viabilità di progetto inserita all'interno del perimetro da destinarsi a Parco del Serchio (art.35); al km 5+000 il tracciato sfiora un'area terziaria occupata da un distributore (art.125).
- è previsto l'ammodernamento di un tratto di Via Pesciatina, che si connette alla rotatoria di progetto n.3, e di Via della Madonnina; entrambe insistono su viabilità esistenti.

Il tracciato dell'asse Nord-sud termina nell'intersezione a raso di Antraccoli. Il progetto dell'intersezione si colloca in parte nel Comune di Lucca ed in parte nel Comune di Capannori, ricalcando, quasi nella sua totalità, lo sviluppo della viabilità attuale e dell'intersezione esistente.

Relativamente ai territori classificati dal R.U. di Lucca il progetto si inserisce nel perimetro da destinarsi a Parco del Serchio (art.35); i collegamenti dell'opera in progetto con la S.P. 27 della Madonnina e con la S.P. 23 Romana insistono su strade esistenti.

Nel territorio di Capannori, il tronco di scambio a sud-ovest dell'intersezione di Antraccoli e la relativa rampa di manovra di inversione ricadono in aree a prevalente uso agricolo (art.46); mentre i restanti tratti dell'opera ricalcano la viabilità esistente di Via D. Chelini e della S.P. 27 della Madonnina.

Asse Ovest-Est

L'asse ovest-est si compone oltre che del tratto omonimo, anche dalla progettazione di ulteriori due interventi quali l'intersezione a raso di Lucca Est ed il Cavalcaferrovia Lucca-Firenze, a sud-est delle mura storiche della città. Lo Svincolo ed il Cavalcaferrovia ricadono interamente nel Comune di Lucca, mentre il tratto relativo all'Asse ovest-est attraversa più volte i limiti comunali di Lucca e di Capannori.

Relativamente all'intersezione di Lucca Est, tutta l'opera ricade nella fascia di rispetto stradale (art.133) prevista dal R.U. di Lucca. Il progetto dell'intersezione si raccorda con l'inizio dell'Asse Ovest-Est al km 0+000.

L'asse ovest-est attraversa i seguenti territori classificati dai rispettivi R.U. nel modo seguente:

- Dal km 0+000 al km 2+350 circa, il progetto si sviluppa interamente nella fascia di rispetto stradale (art.133). Si prevede di realizzare in questo tratto un accesso diretto (al km 0+590 circa) alla viabilità locale di Via della Formica Traversa che attraversa in aree terziarie (commerciali), l'ammodernamento di Via della Formica e la progettazione di un nuovo tratto di viabilità di collegamento tra la rotatoria n.1 e la viabilità esistente della Strada Comunale Mugnano, che ricade nella fascia di rispetto stradale (art.133).

Il R.U. prevede, relativamente alla zona interessata dalla presenza dell'acquedotto Nottolini, la realizzazione del Parco dell'Ozzeri (art.32), il quale interessa il paleoalveo fluviale del canale omonimo a sud di Lucca lungo l'arco collinare. L'art. 32.1 delle N.T.A. del R.U. individua una fascia da destinarsi a verde (art.32.2) e definisce le seguenti indicazioni puntuali:

- andrà ripristinata la continuità dell'acquedotto del Nottolini nel tratto interrotto dall'autostrada e dalla complanare, mediante apposita passerella allineata lungo il limite superiore; di conseguenza andrà rimosso l'attuale ponte pedonale collocato immediatamente a ovest;
- andrà realizzata un'arteria stradale in direzione nord-sud, tra l'abitato di Antraccoli e la complanare all'autostrada;
- andranno collocati più parcheggi, alberati e con pavimentazioni percolanti, per l'accesso e la visita delle emergenze naturalistiche (paduli e aree umide) e monumentali (ville e acquedotto).

La soluzione progettuale proposta prevede di attraversare l'Acquedotto Nottolini per mezzo di un sottopasso lungo 350, in modo da non interferire con la zona destinata a Parco (art.32).

- Dal km 2+350 al km 3+000 circa il tracciato corre parallelamente all'A11 e va ad attraversare il Parco dell'Ozzeri (art.32).
- Dal km 3+000 fino alla rotatoria n.2 (km 4+600 circa), il progetto si inserisce nuovamente nel Comune di Capannori, ricadendo nella fascia infrastrutturale prevista dal Piano Strutturale (art. 37 -40). In corrispondenza della zona industriale sulla S.S. 439 di Tiglio, il tracciato, per circa 230 m (dal km 4+130 al km 4+350 circa), rientra nel Comune di Lucca interessando la fascia di rispetto stradale (art.133). La rotatoria di progetto n.2 si raccorda con il tratto in progetto a cura del Comune di Lucca.
- Dalla rotatoria n.2 fino al km 5+670 circa, il tracciato forma una leggera curva; si sposta dalla fascia individuata in fregio alle previsioni stradali di piano per attraversare un'area a prevalente uso agricolo (art.27.3); gli ultimi 170 m ricadono nel limite del parco del Serchio (art.35).
- Nuovamente nel territorio di Capannori, il tratto finale dell'asse ovest-est ricade nella fascia infrastrutturale prevista dal Piano Strutturale (art.37-40), per terminare con l'ammodernamento della viabilità esistente della S.P. della Madonnina, la quale si congiungendosi con l'intersezione di Antraccoli lambisce aree a prevalente uso agricolo (art.46).

Asse Est-Ovest

Il tracciato dell'Asse Est-Ovest che ricade totalmente nel Comune di Capannori, si raccorda con l'intersezione a raso di Antraccoli, ricalca la viabilità esistente di Via Domenico Chelini e di Via del Frizzone, bypassa, nella parte più a est del comune, la linea FS Lucca-Firenze attraverso la progettazione di un cavalferrovia lungo 280 m e termina congiungendosi al progetto in itinere ad opera della Provincia di Lucca, il quale a sua volta si raccorda con il nuovo svincolo Autostradale di Capannori.

Il progetto dell'asse est-ovest, dal km 0+000 fino a fine tratta al km 4+328.95, insiste su viabilità già esistenti. Fanno eccezione i seguenti tratti di progetto che ricadono in territori classificati dal R.U. nel seguente modo:

- Dal km 0+000 al km 0+115 circa, e dal km 0+375 al km 0+470 circa il tracciato ricade a margine della fascia di rispetto cimiteriale (art.38).
- Nel pressi del km 1+000, la rotatoria di progetto n.1 e la viabilità di collegamento di Via Paganico ricadono nel corridoio infrastrutturale (art.40).

- Dal km 3+500 fino al termine della tratta il progetto ricade in aree a prevalente uso agricolo (art.46), in aree boschive e ripariali (art.43) e nel corridoio infrastrutturale (art.40).

Cavalcaferrovia Lucca–Firenze

L'opera si sviluppa interamente nel Comune di Lucca, al km 0+000 si collega con la viabilità esistente di Via N. Sauro, attraversa tramite un cavalcaferrovia la linea FS Lucca-Firenze e si innesta, per mezzo di una rotatoria di progetto, alla viabilità esistente della Strada Comunale Mugnano.

Il cavalcaferrovia, in base alle indicazioni del R.U., si colloca, per i primi 180 m in un'area perimetrata come ex progetti norma non oggetto di decadenza PN 2 (art.139), per i restanti metri nella fascia di rispetto stradale (art.133). Si riporta parte dell'art.139.5 relativo all'Ex Scalo merci ferroviario che stabilisce: *"L'operazione è finalizzata a recuperare le aree dismesse dall'uso ferroviario a ridosso della Stazione in modo da ricucire e completare il tessuto urbano limitrofo. Tale recupero prevede un completamento edilizio, un intervento di ricucitura della rete stradale (tra cui anche la nuova strada di collegamento che oltrepassi i binari ferroviari), la creazione di un nodo di scambio gomma-rotaiia costituito da un "terminal" delle linee di TPL oltre relativi servizi e la creazione di un parcheggio"*.

Opera Connessa

Il progetto relativo all'Opera Connessa ricade interamente nel Comune di Capannori e si sviluppa in gran parte su viabilità già esistenti:

- dal km 0+000 alla rotatoria n.2 (km 0+730) il tracciato ricalca la viabilità esistente di Via Sottomonte. I territori circostanti che vengono in parte lambiti dal progetto ricadendo in: aree a prevalente uso agricolo (art.46), aree agricole periurbane (art.47), ed il limite del centro abitato di Massa Macinaia che comprende a sua volta ambiti di interesse tipologico (art.19), aree a prevalente destinazione residenziale – saturazione (art.20), verde urbano privato (art.33), parcheggio pubblico (art.34), aree a prevalente destinazione residenziale – completamento (art.20);
- dalla rotatoria n.2 fino al km 1+560 circa il tracciato curva, discostandosi dalla viabilità esistente attraversa: aree a prevalente uso agricolo (art.46), aree boschive e ripariali (art.43). Per un breve tratto di circa 90m, in corrispondenza del km 1+000, il progetto lambisce verde di connettività urbana (art.29), perimetrato nel limite di centro abitato di San Leonardo in Treponzio;

- dal km 1+560 fino al km 1+950 il tracciato si sviluppa nuovamente sulla viabilità esistente di Via di Ponte Maggiore. L'opera è tangente ad aree a prevalente uso agricolo (art.46) incluse, limitatamente per il territorio a est dell'asse stradale, in aree per interventi di regimentazione idraulica (art.49). Relativamente alle aree per interventi di regimentazione idraulica le N.T.A. in base all'art.49 stabilisce che in queste aree sono ammessi interventi di regimazione idraulica sulla base di piani, programmi e progetti disposti dalle autorità competenti; le aree interessate dalle suddette opere sono soggette a esproprio per pubblica utilità. La loro realizzazione dovrà contenere al minimo l'impatto ambientale attraverso l'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica e avendo cura di prevedere adeguati assetti vegetali e arborei di natura autoctona;
- per il tratto che si sviluppa dal km 1+950 al km 2+200 si prevede la sola messa in sicurezza dell'attuale sede stradale;
- dal km 2+200 fino alla Rotatoria n.3 il tracciato ricalca la viabilità esiste di Via di Ponte Maggiore e Via di Tiglio, passando in corrispondenza di aree a prevalente uso agricolo (art.46), e del limite di centro abitato di Carraia che, nel tratto interessato dal progetto, accorpa ambiti di interesse tipologico (art.19), verde urbano privato (art.33), aree a prevalente destinazione di servizio – saturazione (art.22), aree agricole periurbane (art. 47) ed aree a prevalente uso agricolo (art.46);
- dalla Rotatoria n.3 alla km 3+500 il tracciato si inserisce nel limite di centro abitato di Carraia che riguarda la zona industriale. il progetto attraversa un ambito normativo che comprende: parcheggio pubblico (art.34), aree per nuovi insediamenti produttivi, deposito e stoccaggio merci - P.I.P. (art.25) e verde di connettività urbana (art.29). Il tracciato di progetto in questa zona si discosta dalla fascia di rispetto stradale individuata in fregio alle nuove previsioni stradali (art.40);
- dal km 3+500 al km 5+700 circa, il progetto insiste sulla viabilità esistente di Via T. Nuvolari, della Str. Comunale Lungo Rogio e di Via del Rogio. Le aree lambite sono: verde di connettività urbana (art.29), aree a prevalente destinazione di servizio - saturazione (art.22), aree a prevalente destinazione residenziale - saturazione (art. 20), aree agricole periurbane (art.47); le quali sono comprese nel limite di centro abitato di Carraia; dalla rotatoria n.4 le aree tangenti al tracciato sono: aree a prevalente uso agricolo (art.46), aree boschive e ripariali (art.43) e aree a prevalente destinazione produttiva - satura (art.21.). Dal km 4+400 circa fino al km 5+700 circa, il tracciato affianca, senza mai intercettare il corso d'acqua Rogio. La rotatoria di progetto n.4 e le strade accessorie di collegamento con Via del Casalino, incluse nel tratto analizzato, ricadono nel corridoio infrastrutturale previsto dal piano (art.40);

- dal km 5+700 circa fino al termine del tracciato al km 5+859.48 il progetto si discosta dalla viabilità esistente, intercettando a margine: aree boschive e ripariali (art.43), aree a prevalente uso agricolo (art.46), inserite a loro volta nelle aree archeologiche (art.18). Per le aree archeologiche previste dal Piano, le N.T.A. stabiliscono che gli interventi devono essere preceduti dalla valutazione sulla possibilità di rinvenimento di reperti archeologici.

Circonvallazione Altopascio

Il tracciato di progetto della Circonvallazione di Altopascio si sviluppa in parte ricalcando la viabilità esistente di Via del Frizzone, Via Lucia e Via di Fossa bianca, attraversando i limiti comunali di Capannori, Porcari e Altopascio:

- la rotatoria n.1, al km 0+000 e le relative viabilità di collegamento con la viabilità esistente, si collocano nel territorio del Comune di Capannori, intercettando aree a prevalente destinazione produttiva – satura (art.21), aree a prevalente uso agricolo (art.46) e aree agricole periurbane (art.47). E' prevista la costruzione di un tombino idraulico sotto la rotatoria che regimenta il corso del Rio Frizzone;
- dal km 0+000 al km 0+100 circa, l'opera, ricadendo nel territorio di Porcari, si inserisce in aree destinate ad ospitare i manufatti del depuratore consortile con attrezzature ed i servizi connessi e scalo merci ferroviario (F.4) e in aree umide e palustri bonificate adibite a seminativo E.1 (art.23);
- dal km 0+100 al km 2+840 circa, il tracciato si sviluppa all'interno delle aree vincolate come corridoi infrastrutturali per la viabilità di nuovo impianto H.4 (art.35). In questo tratto sono previste due rotonde dalle quali si articola, dalla rotatoria n.2, una viabilità di rammaglio che intercetta un'area produttiva prevalentemente edificata D.1 (art.17) e un'area umida e palustre bonificata adibita a seminativo E.1 (art.23); e dalla rotatoria n.3, una viabilità di collegamento alla esistente Via Leccio, che attraversa aree per arboricoltura H.3 (art.23) e aree destinate alle opere di regimentazione idraulica per la messa in sicurezza del territorio H.3.1 (art.34). La tratta di progetto prevede di non interferire con il percorso del Rio Leccio, per mezzo della realizzazione di un tombino idraulico nei pressi di Corte Quartaroli. Tale soluzione progettuale è stata adottata anche per i restanti tratti dove si prevede l'attraversamento dei corsi d'acqua e dei fossi presenti;
- dal km 2+840 fino al km 5+786.55, il progetto ricade nel Comune di Altopascio e si colloca nelle aree da cedere all'Amministrazione Comunale da adibirsi a corridoi infrastrutturali. Dal km 4+500 al km 5+340 circa, il progetto si discosta dalla suddetta area, per ricadere in zona agricola della pianura bassa o di bonifica E3 (art.28). Il tracciato si conclude allacciandosi alla rotatoria esistente nel Comune di Castelfranco di Sotto.

A.5.2 VINCOLI

L'analisi del regime vincolistico in atto nel territorio interessato alla realizzazione del progetto stradale in oggetto, evidenzia, attraverso la puntuale definizione del controllo normativo della pianificazione territoriale, i caratteri peculiari degli ambiti territoriali nei quali si interviene.

Asse Nord-Sud

In località San Cassiano a Vico, il tracciato, dal km 2+100 al km 3+000 circa, attraversa territori contermini ai laghi, vincolati ai sensi dell'art.142, lett. b del D.Lgs. 42/04.

Nelle vicinanze del tracciato (al km 3+600 circa), ad una distanza di circa 70 m dall'asse, si riscontra un ambito sottoposto a tutela dell'art.142, lettera g del D.Lgs.42/2004 (territori coperti da foreste e boschi) il quale non viene intercettato dall'opera.

Lungo il tracciato sono presenti diversi edifici storici di architettura civile, religiosa e rurale non vincolati.

Adeguamento SS 12

Il tracciato di progetto, nel tratto più a nord, intercetta due aree vincolate: dal km 0+000 al km 0+350 attraversa un'area di particolare pregio ambientale ai sensi dell'ex D.M. 31/07/85 "Galassini", al km 0+300 il Torrente Fraga, affluente del fiume Serchio, (classificato ai sensi del P.I.T. approvato con DCR 72/07 soggetti alla definizione degli ambiti "A" e "B") e la relativa fascia di rispetto vincolata (dal 0+120 al km 0+350 circa).

Il restante tratto il progetto è tangente all'area di particolare pregio ambientale (ai sensi dell'ex D.M. 31/07/85 "Galassini").

Lungo il tracciato sono presenti diversi edifici storici di architettura civile e rurale non vincolati.

Asse Ovest-Est

L'intersezione a raso di Lucca Est non interferisce con nessuna area vincolata e/o protetta.

In corrispondenza dell'intersezione sono presenti diversi edifici di architettura storica e di architettura rurale non vincolati.

Il progetto dell'Asse Ovest-Est attraversa, non direttamente, al km 1+400, l'area vincolata, dell'acquedotto del Nottolini, classificata come bellezze panoramiche ai sensi dell'art. 136, lett.d (ex L.1497/39), attualmente interessata dalla esistente autostrada A11. In questo tratto si prevede la costruzione di una galleria artificiale che bypassa l'area vincolata della "zona dell'Acquedotto Nottolini", istituita dal D.M. 21/06/1975 – G.U. 189/1975.

In corrispondenza del km 5+000, il tracciato attraversa un territorio coperto da foreste e boschi sottoposto a tutela dell'art.142, lettera g del D.Lgs.42/2004.

Collocata nei pressi del ramo di accesso della rotonda km 2+145 con la viabilità esistente di Via di Mugnano è presente Villa Talenti oggi Lazzari, vincolata ai sensi dell'art. 10 del D.Lgs. 42/04, la quale non viene intercettata dall'opera. In corrispondenza del km 2+940 ed in corrispondenza del km 3+300 circa sono presenti rispettivamente il cimitero storico di Mugnano ed il cimitero storico di Toringo.

Numerose sono gli edifici di architettura rurale non vincolati presenti lungo il tracciato.

Ad una distanza di 150 m dall'asse di progetto, nell'area a sud dell'Autostrada A11, si segnala la presenza di un'area protetta Dir. 92/43/CEE (Habitat) bioitaly, ai sensi del D.M. 03/04/2000 denominata SIC IT5120020 "Palude di Verciano, Prati delle Fontane e Palude delle Monache".

Asse Est-Ovest

L'intersezione a raso di Antraccoli non interferisce con nessuna area vincolata e/o protetta.

In corrispondenza della rotonda sono presenti diversi edifici storici di architettura religiosa e rurale non vincolati. In località Antraccoli sono presenti il cimitero storico di Capannori, su via dell'Immagine Farnocchia ed il cimitero storico di San Michele in Via Romana.

Il tracciato di progetto dell'Asse Est-Ovest, dal km 2+400 circa fino al termine del progetto, intercetta la fascia di rispetto dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua vincolata ai sensi dell'art. 142 lett.c del D.Lgs. 42/04, rispettivamente del Rio Arpino e del Rio Frizzone, classificati ai sensi del P.I.T., approvato con DCR 72/07, soggetti alla definizione degli ambiti "A" e "B".

Lungo asse sono presenti due piccole zone classificate come territori coperti da foreste e boschi, le quali non vengono interferite dal tracciato di progetto.

In corrispondenza del km 0+400, in località Tassignano, è presente il cimitero storico di Santo Stefano.

Lungo l'asse, sono presenti diversi edifici storici di architettura civile, religiosa e rurale non vincolati, localizzati soprattutto nei centri abitati di Santa Margherita, Tassignano e di Paganico.

Cavalcaferrovia Lucca-Firenze

Dal km 0+000 al km 0+200 circa, il cavalcaferrovia si colloca in un area vincolata classificata come bellezze panoramiche ai sensi dell'art. 136, lett.d (ex L.1497/39), la quale comprende un'ampia zona omogenea che include Lucca, le sue ville cinquecentesche, l'organizzazione territoriale ed esse riferibile formando un insieme monumentale naturalistico di estremo e singolare interesse, per buona parte largamente conservato. Il territorio interessato dal vincolo, istituito dal D.M. 17/07/1985 – G.U. 190 del 1985, si estende in diversi comuni oltre Lucca, quali S. Giuliano Terme, Massarosa, Montecarlo, Altopascio e Porcari.

Opera Connessa

Per quanto riguarda l'Opera Connessa, i vincoli intercettati dal progetto sono:

- dal km 0+000 al km 1+950 circa, il tracciato si colloca in aree di particolare pregio ambientale – (ex D.M. 31/07/85 "Galassini");
- dal km 0+000 al km 1+950 circa, il tracciato si colloca tangente ad un'area vincolata classificata come bellezze panoramiche ai sensi dell'art. 136, lett.d (ex L.1497/39) ed ad un'ara sottoposta a limite di vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23), entrambe in località Colognora;
- fiumi, torrenti, corsi d'acqua (D.Lgs. 42/2004 art. 142, lett. c) sono intercettati per i tratti che vanno dal km 1+390 al km 1+720 circa, dal km 2+200 al km 2+350 circa e dal tratto che va dal km 3+000 fino al termine dell'opera. I corsi d'acqua interessati sono il Canale detto Rogio ed il Rio Arpino, entrambi classificati, ai sensi del P.I.T. approvato con D.C.R. 72/07, soggetti alla definizione degli ambiti "A" e "B";
- territori coperti da foreste e boschi (D.Lgs. 42/2004 art.142, let. g) lambiti dal progetto in diversi tratti; dal km 0+520 al km 0+610 circa, dal km 4+100 al km 4+250 circa, al km 4+330, dal km 4+600 al km 4+670 circa e dal km 5+730 al km 5+770 circa;
- vincolo di interesse artistico e storico (D.Lgs. 42/2004 art. 10 – ex L. 490/99), tangente al tracciato di progetto, nei pressi dello Svincolo Autostradale di Capannori, dal km 5+665 al km 5+820 circa;
- zona di interesse archeologico (D.Lgs. 42/2004 art. 142 lett. m), istituita con D.M. 03/06/1997 denominata "Ex Lago Bientina (o Sesto)", dal km 4+850 alla fine del tratto di progetto al km 5+859.48.

In corrispondenza del km 4+000 si segnala la presenza di un'architettura civile (Villa Magnani) vincolata ai sensi dell'art. 10 del D.Lgs. 42/04, sita a circa 260 m dall'asse di progetto.

Lungo il tracciato si segnala la presenza dell'area protetta, Dir. 92/43/CEE (Habitat) bioitaly, ai sensi del D.M. 03/04/2000, denominata SIC IT5120020 "Palude di Verciano, Prati delle Fontane e Palude delle Monache", in località Verciano, che non viene interferita da progetto.

Circonvallazione Altopascio

Dal km 0+000 al km 1+550 circa, e dal km 4+500 fino al termine della tratta di progetto, al km 5+786.55 il tracciato si inserisce nella zona di interesse archeologico (D.Dlgs. 42/2004 art. 142 lett. m), istituita con D.M. 03/06/1997 e denominata "Ex Lago Bientina (o Sesto)".

La rotatoria iniziale lambisce una zona sottoposta a vincolo di interesse artistico e storico (D.Lgs. 42/2004 art. 10 – ex L. 490/99).

Tre sono gli ambiti intercettati dal tracciato che riguardano fiumi, torrenti, corsi d'acqua (D.Lgs. 42/2004 art. 142, lett. c) e sono relativi al Rio Frizzone al km 0+000, Fossa Nuova al km 1+485 circa ed al Rio Leccio al km 2+140 circa (classificati ai sensi del P.I.T. approvato con DCR 72/07 soggetti alla definizione degli ambiti "A" e "B").

Ad una distanza variabile dal tracciato si estende una zona protetta Dir. 92/43/CEE (Habitat) bioitaly, ai sensi del D.M. 03/04/2000 denominata SIC IT5120020 n.B03 "Ex alveo del Lago di Bientina" ed una zona umida vincolata ai sensi dell'art.142 lett. i del D.Lgs. 24/04, che non vengono interferite dall'opera di progetto.

In corrispondenza del km 4+000 è presente Villa Magnani, vincolata ai sensi dell'art. 10 del D.Lgs. 42/04, la quale non viene intercettata dall'opera.

La fine del tracciato è caratterizzata da un alternanza di aree coperte da foreste e boschi, sottoposte a tutela ai sensi dell'art.142, lettera g del D.Lgs.42/2004, che non vengono interessate dall'opera.

A.6 ARCHEOLOGIA

Date le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche, il territorio preso in esame è particolarmente adatto all'insediamento umano: la facilità di approvvigionamento idrico e delle materie prime, la presenza di luoghi naturalmente difesi o comunque facilmente controllabili, la disponibilità di pascoli e campi fertili hanno favorito la presenza umana sin dalla Preistoria. Soprattutto in epoca romana però, nella zona sorgono numerose fattorie che testimoniano l'intenso sfruttamento del comprensorio per l'agricoltura e per l'allevamento.

Da una lettura della carta archeologica realizzata si evince come la maggior parte delle evidenze archeologiche siano dislocate nella valle del lago di Bientina e in quella del fiume Serchio: si tratta di aree storicamente note, dove sono stati effettuati numerosi scavi e ricognizioni.

Di seguito si riporta una sintesi analitica dalla Preistoria fino all'epoca tardoantica, mettendo in evidenza le modalità degli insediamenti umani; alcuni siti peraltro sono "pluristratificati", caratterizzati da un'articolata continuità stanziale, spesso ininterrotta, nel corso dei secoli.

Età preistorica e protostorica

Le evidenze del Paleolitico (nn. 18, 56) sono rappresentate per lo più da industrie litiche rinvenute in seconda giacitura o limitati affioramenti di strumenti. In altri siti sono invece stati rinvenuti materiali genericamente databili al periodo preistorico (nn. 24, 28). Le testimonianze paleolitiche sono concentrate soprattutto nel comparto del lago di Bientina e Altopascio: si tratta rispettivamente di una stazione preistorica appartenente alla facies culturale aurignaziana e un rinvenimento sporadico di selci preistoriche. Minori attestazioni, riguardanti eventuali abitati paleolitici, sono segnalate nei pressi della città di Lucca.

Età del Bronzo

L'età del Bronzo (fine III millennio – II millennio a. C.) vede la creazione di insediamenti progressivamente più duraturi localizzati nella piana dell'Auser, fra le Cerbaie e i Monti Pisani, alcuni dei quali destinati a diventare città e definibili perciò "protourbani", e con un'organizzazione sociale che si fa sempre più complessa. Nel Bronzo Finale in particolare si assiste in questo territorio ad una notevole densità insediativa, legata allo sfruttamento del bacino minerario e alle conseguenti attività metallurgiche. Il sito di Fossa Cinque (n. 48) può fornire un valido esempio di quanto descritto.

Dagli scavi infatti emergono i resti di una palificazione disposta su file parallele che doveva generare un complesso di forma rettangolare: le strutture abitative erano disposte su due settori, uno relativo all'abitazione vera e propria ed uno pertinente ad un ambulacro esterno. Le

piattaforme non sono costruite direttamente sull'acqua, ma sul dosso fluviale per affrontare le esondazioni del fiume.

Età del Ferro

L'età del Ferro (X – VIII secolo a. C.), caratterizzata dalla cultura villanoviana, vede pochi siti accertati nel comune di Capannori (nn. 35, 37), dove sono stati ritrovati casualmente nel 1968, due tombe ad incinerazione dell'Età del Ferro. Una a pozzetto con corredo fittile, l'altra a cassetta con suppellettile fittile e bronzea. I materiali datano le sepolture al VII – VI secolo a.C.

Le tracce più antiche individuate al Chiarone ad esempio risalgono al periodo villanoviano, momento al quale sono riferibili i resti di una capanna e di altre semplici strutture annesse. Il vasellame d'impasto recuperato, in alcuni casi decorato con motivi geometrici incisi o dipinti, è databile nella seconda metà dell'VIII secolo a.C.

Età etrusca

L'epoca etrusca vede una rioccupazione degli altopiani frequentati nell'età del Bronzo e poi abbandonati nell'età del Ferro.

La vicenda degli Etruschi nella Piana di Lucca è alquanto complicata e ricca ancora di incertezze: alcuni ritengono che siano giunti soltanto attraverso modesti influssi commerciali, altri pensano invece che la loro presenza fosse massiccia, come suggerirebbero alcuni ritrovamenti nella Piana (necropoli di Ponte a Moriano del III secolo a.C.) e nella fascia costiera.

La Piana di Lucca, prima della conquista dei Romani, cioè tra il V e il III secolo a.C., sembra caratterizzata da una sorta di crogiolo culturale caratterizzato dalla presenza degli Etruschi, popolo più moderno e tecnologico, e dei Liguri, popolo più arretrato e arcaico. La convivenza tra questi due popoli non fu sempre pacifica, anzi ci furono scontri per il monopolio del commercio del ferro, che dall'Isola d'Elba giungeva nella Piana di Lucca per essere poi lavorato, come dimostrano i reperti di Bientina, San Lorenzo a Vaccoli e Ponte a Moriano.

Epoca Romana

Come tutte le città romane di nuova fondazione, Lucca fu edificata secondo un progetto regolare, nel quale lo spazio urbano era suddiviso in isolati rettangolari da assi viari ortogonali, cardini e decumani.

A Lucca, tracce della centuriazione del II sec. a.C. si conservano principalmente a sud e ad est della città, dove sono riconoscibili centurie quadrate di 710 m di lato (20 actus in misure romane). La città romana di Lucca è ben inserita quindi nel reticolo centuriale e presenta lo stesso orientamento, quasi coincidente con i punti cardinali.

Il centro di Lucca costituisce pertanto un importante nodo viario: probabilmente già dall'età tardo repubblicana, una strada consolare, detta Cassia o Clodia, lo collegava da un lato ad Arezzo e di qui a Roma, e dall'altro alla viabilità costiera. Verso nord, attraverso la valle del Serchio, dove ancora si conservano alcuni toponimi viari (Sesto di Moriano, Valdottavo, Diecimo), si snodava la via Luca.

Altri toponimi che potrebbero indicare la suddivisione del territorio dell'antica Luca sono individuabili oltre il limite del reticolo ricostruito: Gragnano, Petrognano, Gemignano a Nord, Orzignano e Origliano a Sud, Carignano e Fagnano a Ovest sono alcuni testimonianze di quanto descritto.

Interessante l'esistenza presso il margine NE del territorio indagato di due toponimi prossimi tra loro, quali "C.le Termetto" e "F.sso del Confine", i quali potrebbero indicare il limite di un territorio o di una centuriazione, ma al momento non si hanno elementi certi che possono dimostrare questa ipotesi.

L'esistenza di installazioni industriali per la fabbricazione di ceramica e laterizi è testimoniata dal ricorrere del termine "fornace" e delle sue varianti (ad esempio "fornaceca"), ma allo stato attuale delle indagini non è possibile verificare quanto appena descritto.

Infine, intorno alla pianura lucchese e sulle alture circostanti, si rinvenivano vari toponimi che si riferiscono a torri o castelli fortificati, luoghi disposti a controllo del territorio circostante, magari riconducibili a un sistema insediativo di origine preromana, ma sicuramente tipico del periodo medievale.

In corrispondenza dei toponimi Quarto, Quinto e Settimo, che costeggiano il percorso fra Capannori e Porcari, è stato individuato, nel 2004, un tratto stradale, messo in luce dai lavori per la costruzione del raccordo fra la Via Romana e la Via del Frizzone, proprio in coincidenza della località Quinto (non presente però su cartografia IGM).

Inoltre sono stati individuati insediamenti romani distribuiti soprattutto nella piana ad oriente di Lucca, ma anche sui rilievi collinari circostanti la città e nella valle del Serchio. Le presenze archeologiche sono numerose, ma il loro numero è destinato ad aumentare soprattutto nella zona del Bientina.

L'abbandono definitivo dell'area è il segno evidente della crisi economica che investe sia la città sia le campagne, forse ancora una volta connessa o comunque aggravata dal fragile equilibrio ecologico del territorio: il fiume, lasciato a se stesso, tornò quindi ad avere il sopravvento sulle opere umane.

A.7 PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE

A.7.1 PREMESSA

L'analisi è stata condotta con riferimento al contesto geolitologico locale, definito sulla base dello studio geologico condotto in sede progettuale, della cartografia geologica e della posizione delle principali risorse litologiche in relazione alle opere in progetto.

E' stata quindi effettuata una ricerca delle attività censite facendo riferimento al P.R.A.E.R. (Piano Regionale Attività Estrattive e di Recupero della Toscana - approvato con deliberazione del Consiglio regionale n. 27 del 27 febbraio 2007) che definisce anche gli obiettivi e gli indirizzi di riferimento per la pianificazione degli Enti Locali.

Successivamente è stata condotta un'analisi territoriale, in un ambito sufficientemente esteso intorno alle aree interessate dai tracciati stradali in progetto, volta all'individuazione di siti estrattivi attivi e impianti utilizzabili sia per l'approvvigionamento dei materiali utili per la realizzazione del progetto (materiali per rilevati, inerti per cls) sia per il conferimento delle terre provenienti dagli scavi. Inoltre sono state individuate le discariche dove conferire eventuali materiali classificati come rifiuti. E' stata altresì condotta un'indagine degli impianti che svolgono attività di riciclaggio di materiali e produzione di inerti e di terre per rilevati.

L'analisi è stata basata sull'esame della documentazione aerofotografica, sui contenuti del PRAER e successivamente completata con informazioni ricavate attraverso contatti con i gestori di siti di cave, impianti e discariche. Per ciascun sito sono stati raccolti i dati relativi alla sua ubicazione, superficie, volumetria stimata, stato attuale.

L'esame delle relazioni esistenti tra le caratteristiche planoaltimetriche del progetto e i caratteri geomorfologici ed orografici del territorio interessato ha fornito la previsione di volumi di materiali da movimentare.

A.7.2 BILANCIAMENTO TERRE

L'individuazione dei fabbisogni di materie utilizzabili nei diversi processi costruttivi e dei materiali di scarto che è necessario conferire in siti idonei, si definisce sulla base della stima dei volumi di scavo e riporto effettuata in sede di computo di progetto.

La tabella seguente riassume i dati relativi ai movimenti di terre associati a ciascun asse del progetto.

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

	ASSI DI TRACCIATO	RILEVATO mc	STERRO mc	BINDER mc	BASE mc	FONDAZIONE mc	SCOTICO mc	USURA mq	VEGETALE mq
1	ASSE NORD SUD	155.481	13.350	5.089	15.519	13.047	22.069	64.075	50.245
2	ASSE OVEST EST	140.922	176.406	6.512	19.331	16.908	27.543	84.524	54.030
3	ASSE EST OVEST	35.307	14.842	5.090	15.647	12.962	11.005	66.071	15.232
4	ADEGUAMENTO SS12	0	0	2.841	8.874	7.099	3.414	35.500	0
5	CIRCONVALLAZIONE ALTOPASCIO	75.677	27.707	5.663	17.431	14.381	19.015	71.113	38.311
6	ASSE OPERA CONNESSA CAVALCAFERROVIA FS	11.336	12.923	2.155	6.414	5.667	7.869	27.355	14.275
7	LUCCA – FIRENZE	4.347	1.466	454	1.143	645	645	8.828	781
	VOLUMI TOTALI	423.070	246.693	27.803	84.358	70.710	91.560	357.465	172.873

Il fabbisogno di terre per la realizzazione dei rilevati e fondazione stradale è pari a circa 500.000mc. Il materiale proveniente dagli scavi è pari a circa 250.000 mc.

Il fabbisogno di terreno vegetale per rinverdimento di scarpate, per una altezza di 30cm, è pari a circa 52.000mc.

Il volume di terreno proveniente dallo scotico superficiale di 20cm è pari a circa 92.000mc.

I volumi di cui sopra sono da intendersi volumi in banco.

In relazione alle esigenze di trasporto delle terre da movimentare, i volumi scavati saranno amplificati mediante la stima approssimata del coefficiente di espansione volumetrica delle terre conseguente all'estrazione.

Qui di seguito, desunti dal computo metrico allegato al progetto, si riassume il fabbisogno di inerti per calcestruzzi e inerti per conglomerati bituminosi (il coefficiente volumetrico indicato è la percentuale stimata di inerti all'interno del conglomerato).

FABBISOGNO INERTI PER CALCESTRUZZO			
	VOLUMI mc	coeff. Volumetrico	VOLUME DI INERTI mc
VOLUMI TOTALI	54.000	0,92	49.680

FABBISOGNO INERTI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI			
	VOLUMI mc	coeff. Volumetrico	VOLUME DI INERTI mc
VOLUMI TOTALI	130.034	0,92	119.631

Complessivamente, il volume di inerti è pari a circa 170.000mc.

Presumibilmente, con riferimento alla fase preliminare della progettazione e agli strumenti di programmazione regionale e provinciale delle attività estrattive che raccomandano, ogni qualvolta sia possibile, il riutilizzo dei materiali di risulta piuttosto che l'approvvigionamento tramite cave di prestito o già in esercizio, si ritiene conformemente a tale indirizzo di **conferire i volumi scavati (circa 250.000 mc) in parte a impianti di riciclaggio per la produzione di terre per rilevati e in parte a impianti che effettuano il riciclo mediante il recupero ambientale delle aree già sfruttate.**

Il terreno vegetale derivante dallo scotico superficiale (circa 92.000mc) verrà opportunamente accantonato in attesa del riutilizzo come terreno vegetale. I volumi in esubero verranno conferiti a impianti di riciclaggio.

I volumi di materiali per rilevati (circa 423.000mc) e fondazione stradale (circa 71.000mc) per complessivi circa 500.000 mc verranno forniti da impianti di frantumazione e vagliatura di rifiuti di demolizioni e manutenzioni di opere edili ed infrastrutturali (materiale riciclato).

Il terreno vegetale (circa 52.000 mc) per i rinverdimenti verrà fornito dai volumi provenienti dallo scotico superficiale.

Gli inerti per cls (50.000 mc) e gli inerti per la sovrastruttura stradale (119.000 mc) verranno forniti da impianti.

La sintesi del bilancio delle terre è riepilogata nella seguente tabella.

BILANCIO MATERIALI				
	(A) VOLUMI VERSO CAVE/IMPIANTI mc	(B) VOLUMI DA CAVE/IMPIANTI mc	(C) TERRENO VEGETALE VERSO IMPIANTO mc	(D) TERRENO VEGETALE DA IMPIANTO mc
STERRO	246.693			
VOLUMI DA SCAVO				
FONDAZIONE		70.710		
RILEVATI		423.070		
INERTI PER PAVIMENTAZIONE		119.631		
INERTI PER CLS		49.680		
SCOTICO			91.560	
TERRENO VEGETALE				51.862
VOLUMI TOTALI	246.693	663.091	91.560	51.862

Dal punto di vista del consumo di risorse litologiche, il progetto prevede un fabbisogno di materiali provenienti da cave/impianti pari alla differenza dei valori (B – A) della precedente tabella e quindi pari a circa 416.000 mc e un esubero di terreno vegetale per circa 40.000mc (C – D).

Le esigenze di approvvigionamento di materiali oltre alla prospettata possibilità di conferimento di terreno vegetale presso siti idonei, sono stati alla base dell'attività ricognitiva condotta sul territorio finalizzata alla proposizione delle cave e degli impianti (qui di seguito riportati) di cui si è verificata la capacità di estrazione e conferimento dei volumi indicati.

A.7.3 INDIVIDUAZIONE DELLE CAVE DI PRESTITO E DI DEPOSITO

Cave di prestito

I risultati del bilancio terre evidenziano come sia necessario l'approvvigionamento da impianti di materiali per rilevato e di inerti mentre si prefigura un conferimento di materiale proveniente dallo scotico superficiale e dagli scavi presso impianti di riciclaggio e/o cave di prestito.

Il quadro conoscitivo generale per la gestione delle attività estrattive, delle risorse litologiche, dei vincoli, delle limitazioni d'uso del territorio e dei fabbisogni ha fatto riferimento al P.R.A.E.R. che definisce anche gli obiettivi e gli indirizzi di riferimento per la pianificazione degli Enti Locali.

Le cave più prossime alle aree interessate dal progetto ed i cui materiali estratti sono idonei agli usi richiesti sono riportate di seguito.

Ditta: CAVE PEDOGNA SpA

Ubicazione: Località Pedogna – Villa a Roggio – 55060 - Pescaglia, Lucca – tel 0583/358117 – 0583/35871.

Cava compresa nel Foglio 105, quadrante IV della "Carta delle Cave e dei Bacini Estrattivi del settore I" del PRAER della Regione Toscana. L'area abbraccia il territorio di due comuni: la porzione nel Comune di Pescaglia è individuata con la sigla "522-A-12 (mac - csc) CEA 1"; la porzione che ricade in Comune di Borgo a Mozzano è individuata con sigla "504-B-12 (mac) CEA 2".

Estremi di autorizzazione: Relativamente agli aspetti estrattivi, l'attuale progetto di coltivazione ricade nel territorio dei Comuni di Pescaglia e di Borgo a Mozzano. Il progetto è stato approvato dall'Amm.ne Provinciale di Lucca con Determina Dirig. n. 1698 del 13/11/98 (relativamente alla L. 3267 del 31/12/23 inerente il "Vincolo idrogeologico") e quindi con delibera C.C. n. 5/99 del 11/06/99 del Comune di Pescaglia e con la Delibera C.C. del Comune di Borgo a Mozzano n. 1/99 del 9/06/99.

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali (art. 7 della L. 1497/1939, oggi art. 151 del D. Lgs. n. 490 del 29/10/99) il rinnovo dell'autorizzazione ai sensi dell'art. 151 del D.L. n. 490 è stato rilasciato con delib. n. 26/03 del 9/06/03 dal Comune di Borgo a Mozzano e con delibera n. 7 del 18/6/03 dal Comune di Pescaglia. L'istruttoria inviata da entrambi i comuni interessati al Min. dell'Ambiente per il controllo del combinato disposto dalle LL. 431/85 e 349/86 ha iniziato a decorrere dal 19/6/03 come comunicato dallo stesso Ministero (lettere prot. DT/2003/ 05121 e 05122), decorsi 60 giorni senza ulteriori comunicazioni né richieste di integrazioni da tale Ente, in base al cosiddetto "silenzio assenso" a partire dal 19/8/03 è da ritenersi operativa l'autorizzazione alla prosecuzione dell'attività.

Ubicazione: loc. Villa a Roggio (Pescaglia)

Estensione:

Area complessiva compresa nel PRAE	897.840 mq
Zone industriali speciali connesse alle attività estrattive	40.080 mq
Area estrattiva (porzione orientale, in Comune di Pescaglia)	427.000 mq
Area estrattiva (porzione settentrionale, in Comune di Borgo a Mozzano)	65.500 mq
Area a disposizione per la realizzazione pista di arroccamento lato W:	55.800 mq

Litologia: calcare selcifero, radiolariti ("diaspri"), calcare "maiolica"

Impianti: siti in loc. Villa a Roggio (Pescaglia)

Produzione media giornaliera: 2.200 mc

Ditta: MA.CO Cave Srl loc. Vendoina (attuale prop. Fassa Bortolo)

Ubicazione: Località Vendoina, 55023 – Borgo a Mozzano frazione Valdottavo (Lucca) – tel. 0583-835155.

Estremi di autorizzazione: autorizzazione n. 1/98 del 20.11.1998 rinnovata con Atto Unico n. 132 del 18.11.2011 dello Sportello Unico Attività Produttive.

La cava, in attività da diversi anni, è finalizzata alla produzione di materiali inerti, in prevalenza da destinare ad impianti di frantumazione esterni (calcarì), ed in maggior misura da utilizzare tal quali come materiali destinati a riempimenti, sottofondi e rilevati in genere (diaspri).

L'area risulta compresa nel Foglio 105, quadrante IV della "Carta delle Cave e dei Bacini Estrattivi del settore I" con la sigla "504-A-12 (mac).CEA 1".

Estensione: - superficie totale dell'area estrattiva, in pianta: 116.000 mq

Litologia: - calcare selcifero (sarà estratto in minima parte solo nelle fasi finali dell'attività), radiolariti ("diaspri"), calcare "maiolica"

Produzione giornaliera: circa 2000 mc/giorno (dato 2012).

Ditta: TONARELLI S.p.A.

Ubicazione: Loc. Socciglia – 55023 - Borgo a Mozzano (LU) – tel. 0583-838333.

Estremi di autorizzazione: Cava compresa nel Foglio 105, quadrante IV della "Carta delle Cave e dei Bacini Estrattivi del settore I" della Regione Toscana. L'area ricade nel territorio comunale di Borgo a Mozzano ed è individuata con la sigla 504 - C - 12 (mac) - CEA 3.

Il progetto è stato approvato con delibera C.C. del Comune di Borgo a Mozzano n. 2/99 del 29/11/99 e ha durata pari a 20 anni.

Estensione: 190.000 mq

Produzione: 1.500 mc/giorno

Ditta: ANTICA CAVA BORGOGNONI - Via del Brennero, 11 – 55050 – Isola Bagni di Lucca, Lucca

Ubicazione: la cava si trova nel comune di Bagni di Lucca, in località Tana a Termini, in destra orografica del Torrente Lima e in sinistra del Fosso Fiescio, nel versante sud-ovest del M. Montale (766 M).

E' identificata con il codice 502- I – 12 al quadrante 97 II.

L'esposizione è a Sud-Sud Ovest.

I riferimenti cartografici sono:

- Foglio I.G.M. in scala 1:100.000 n. 97 (San Marcello Pistoiese), quadrante II, tavoletta SW (San Marcello Pistoiese);
- Quadrante I.G.M. in scala 1:50.000 n. 251 "Porretta Terme";
- Carta Tecnica della Provincia di Pistoia in scala 1:10.000 sezione n. 251 130 (Lucchio);
- Coordinate centro cava sono 1 637 800 e 4 878 500.

E' nata nel 1959 quando il Sig. Borgognoni Primo ottenne dal Corpo Forestale di Lucca la 1° Autorizzazione ad aprire una cava in Loc. Isola, denominata "Primaticcia", nel comune di Bagni di Lucca, lungo la S.S. n. 12 al km 64.

Con il passare degli anni la cava si è ampliata, attrezzata e organizzata, incrementando sempre più la produzione di materiali inerti.

Estremi autorizzativi: il piano di coltivazione è stato autorizzato con decisione Dirigenziale del 20/05/2000 del comune di Bagni di Lucca con scadenza il 20/05/2020.

Autorizzazione sul vincolo paesaggistico di cui all'art. 146, D.Lgs 41/2004, rilasciata dal Comune di Bagni di Lucca il 31.12.99 n. 81/99. Richiesta di nuova autorizzazione, pratica n. 1589/119/08 SUAP di Bagni di Lucca a seguito richiesta del 07/07/05 da parte dell'azienda. Inizio istruttoria del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio in data 19.07.2005 con silenzio assenso.

Autorizzazione sul vincolo idrogeologico di cui al R.D.L. 3267/23, rilasciata con determinazione dirigenziale n. 261 del 5.4.2000 dall'Amministrazione Provinciale di Lucca, Direzione Centrale Agricoltura e Foreste.

Parere favorevole dell'ARPAT di Lucca del 12.04.2000 n. 3012 relativo all'impatto acustico.

Autorizzazione allo scarico in acque superficiali dei reflui industriali, Prot. N°12560 dello 07/06/03.

Autorizzazione per scarichi in sottosuolo, Prot. N°13221 dello 07/06/03.

L'Autorizzazione allo scarico delle acque reflue ai sensi del D.Lgs 152/06: pratica SUAP n. 13777/73/06.

Litologia: calcare selcifero di colore grigio scuro.

Estensione: 23,26 ha.

Potenzialità di estrazione: 2.000.000 mc.

Ditta: NUOVA LAM SRL - Ubicazione: Via delle Fornaci, 35 – 55011 – Marginone – Lucca

La ditta produce laterizi isolanti ad alte prestazioni e dispone di cave autorizzate all'accettazione di terre da scavo e finalizzate al recupero ambientale delle aree già sfruttate.

Fa parte del progetto la cava Marginone nel Comune di Altopascio individuata con il codice 501 – IV 4 al quadrante 105 III-IV delle aree di risorsa in Provincia di Lucca.

La cava è ubicata nella omonima località del comune di Altopascio, via delle Fornaci n. 35 e dista circa 3,5km dall'uscita di Altopascio dell'Autostrada A11. Trattasi di una cava di argilla in cratere attrezzata per ricevere anche grandi quantitativi di materiali non inquinati.

Estremi autorizzativi: il progetto di coltivazione, approvato ai sensi della L.R. 78/98 dal Comune di Altopascio in data 7.7.2001 per una durata di 12 anni, è in scadenza nel luglio del 2013. Il progetto di ripristino della Cava è, attualmente – dicembre 2012 - in fase di rinnovo. La prevista conferenza dei servizi si terrà il 7.12.2012. Stante le attuali autorizzazioni, la cava può ricevere terre e rocce da scavo classificate come rifiuto ai sensi del D.M. 161 del 2012 o dall'art. 186 del D.Lgs 152/2006.

Capacità: il sito costituito da un cratere di argilla può ricevere a colmamento un volume di 1,5 milioni di metri cubi di terreno non compattato.

Siti di deposito e impianti di riciclaggio e di produzione inerti

Da un'analisi territoriale riferita a un ambito sufficientemente esteso intorno alle aree interessate dai tracciati stradali in progetto, sono stati individuati i siti estrattivi e gli impianti che svolgono attività di riciclaggio inerti per il conferimento delle terre di scarto. Questa analisi è stata inizialmente basata sull'esame della documentazione aerofotografica, successivamente completata

con informazioni ricavabili direttamente sul posto. I risultati di tale analisi sono riportati nell'elaborato T00GE00GEORE03A "Piano di Gestione delle Materie".

La presenza in zona di impianti che svolgono attività di produzione di conglomerati cementizi e bituminosi, ma soprattutto di riciclaggio inerti, ha suggerito il trasporto diretto del materiale scavato negli stabilimenti individuati; qui le terre vengono selezionate e recuperate per la realizzazione dei reinterri. Il materiale in esubero rimane stoccato negli impianti. Gli impianti individuati garantiscono una capacità di gestione di volumi largamente superiore a quelli individuati come volumi da conferire e/o da approvvigionare.

Riportiamo di seguito i dati relativi agli impianti individuati.

Ditta: DEL DEBBIO S.p.A. - Impianto di riciclaggio materiali inerti e produzione conglomerato bituminoso

Ubicazione: Via del Brennero – 55014 - Loc. La Fraga – Marlia (Comune di Capannori - LU)

Estensione:

stoccaggio inerti di varia natura	31.800 mq
impianto per il riciclaggio	1.000 mq
impianto produzione conglomerato bituminoso	1.000 mq
totale dell'impianto	43.500 mq

Produzione:

materiale riciclato	220 t/ora
conglomerato bituminoso	120 t/ora

Impianti:

- impianto di riciclaggio inerti, per la produzione di materiale avente le caratteristiche di portata necessaria per la realizzazione di riempimenti di varia natura che altrimenti dovrebbero essere reperiti presso le cave.
- impianto di conglomerato bituminoso per produzione sia dei conglomerati tradizionali che, grazie all'utilizzo dei bitumi modificati, dei nuovi conglomerati drenanti e a pigmento naturale
- laboratorio di analisi conglomerato bituminoso, per il controllo della produzione e sua certificazione
- impianto per recupero scarifica stradale e sua riutilizzo nella produzione
- impianto spruzzatura polimeri all'interno mescolatore, per conferire particolari caratteristiche meccaniche al conglomerato

Materiali stoccati:

- graniglia 6-8 mm 400mc
- restrellato di cava 300 mc
- pietrisco 8-12 mm 3.000mc
- pietrisco 12-22 mm 3.000mc
- pietrisco 22-32 mm 1.800mc
- sabbia lavata 9.000mc
- sabbia asciutta 200mc
- inerti 40-70mm 800 mc
- riempimento riciclato 0-140mm 3.000mc
- stabilizzato riciclato 0-40mm 100mc

Ditta: PUCETTI SpA – Impianti di frantumazione e produzione conglomerati bituminosi e inerti

Ubicazione: Fraz. Monte S. Quirico –Via Prov Morianese Loc. Boscaccio, (Comune di Lucca)

Estensione:

aree stoccaggio pietrame di cava	30.000 mq
aree stoccaggio inerti a varia pezzatura	25.000 mq
impianti di lavaggio, frantumazione, produzione inerti per cls	2.200 mq
complessiva	60.000 mq

Impianto frantumazione inerti:

da riciclato	60 t/h
da cava	120 t/h
totale	180 t/ora

Materiali stoccati:

- Sabbia 0-5
- Stabilizzato
- Pietrisco:
 - 8-12
 - 12-22
 - 22-32
 - 40-70

Ditta: VARIA COSTRUZIONI SpA - Impianti di frantumazione e produzione conglomerati bituminosi e inerti

Ubicazione: Fraz. Monte S. Quirico – (LU) – Via Prov Morianese Loc. Montebonelli, (Comune di Lucca)

Estensione: 15.000 mq, comprendente aree stoccaggio pietrame di cava e di inerti a varia pezzatura

Impianti:

- Per congl. bituminosi: impianto tipo Rocchietti automatizzato, per produzione tutti i tipi di conglomerato bituminoso, bitumi modificato, tradizionali e di riciclaggio scarifiche bituminose – cert. qualità IT00/0171 Norma ISO 9001/UNI EN SO 9001- Ed. 2000 del 12/05/2000. Produzione giornaliera 150/180 t/ora.
- impianto frantumaz. inerti - produz. media 200.000 t/anno
 - Sabbia 0-4
 - Graniglia 4-8
 - Pietrisco 8—12 e 12-22

Le precedenti informazioni, corredate da uno stralcio planimetrico al 25.000 e da materiale fotografico, sono riportate negli elaborati T00GE00CANCD02A, T00GE00CANCD03A e "Scheda degli Impianti". L'ubicazione dei siti di cava e degli impianti è riportata nell'elaborato T00GE00CANCD01A "Carta di ubicazione dei siti di cava e deposito".

Impianti di trattamento e discariche

In relazione alle attività di scavo e trattamento delle terre, potrà essere necessario conferire i materiali a impianti di trattamento al fine di renderli idonei per il riutilizzo sia come terreno vegetale sia come terre per rilevati stradali prima del conferimento agli impianti di riciclaggio.

A seguito di opportuni contatti con gli operatori della zona di riferimento, a tale scopo è stata individuata la ditta:

Impresa FORTI, via Umberto Forti, 12, Polo di Attività Montacchiello, 56121 Pisa – tel. 050-989532 - 050-9656079, iscritta all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali a varia categoria tra cui anche la gestione e il trasporto di rifiuti pericolosi e non.

Al fine di fornire un quadro completo delle possibilità di gestione delle terre e qualora si ravvisasse la possibilità di conferire a discarica dei materiali provenienti dagli scavi, nel Piano di Gestione delle materie è riportato l'elenco degli impianti di gestione dei rifiuti presenti nel territorio di Lucca operanti in regime di autorizzazione o comunicazione ai sensi della vigente normativa.

PARTE B: SCELTE TECNICHE DEL PROGETTO

B.1 STUDIO DELLE ALTERNATIVE

B.1.1 ITER STORICO DEL TRACCIATO

Sul territorio di Lucca convergono importanti direttrici di traffico che sono rappresentate da:

- l'asse autostradale Firenze-Pisa Nord (A11);
- l'autostrada Lucca-Viareggio, diramazione variante dell'A11;
- la SS. 12, proveniente da Pisa e che drena il traffico indirizzato verso la valle del Serchio ed il passo dell'Abetone, verso Modena;
- la S.S. 439, Sarzanese Valdera;
- la S.S. 435, in direzione di Pescia-Montecatini Terme.

Il drenaggio del traffico proveniente da queste direttrici è ancora oggi svolto dalla circonvallazione del centro storico, realizzata circa cento anni fa, anche se da una ventina di anni si è cercato, per ora senza esito, di realizzare una viabilità esterna in grado di allontanare dalla città il flusso dei mezzi in transito.

L'esigenza di risolvere il traffico di attraversamento della S.S. 12 nel centro abitato di Lucca è quindi un problema affrontato più volte nel corso degli anni passati

Il primo progetto che intendeva realizzare tale scopo risale al 1987 ed è noto come SALT 1, dalla società autostradale che si era assunto l'onere di realizzarlo. Si componeva di una variante alla SS 12, nota come tratta Nord-Sud, lunga circa 8 km, e di una complanare pressochè adiacente all'autostrada tra Lucca e Capannori, anch'essa di lunghezza pari ad 8 km. Questo progetto, che prevedeva un tracciato con caratteristiche di superstrada a 4 corsie e la realizzazione di molti viadotti per il superamento della viabilità esistente (ben 7,5 km sui circa 16 complessivi nelle due tratte), dopo lunghi dibattiti, fu accantonato in quanto ritenuto di elevato impatto ambientale.

Nel 1990-91 un secondo progetto, noto come SALT 2, riprendeva il tracciato proposto dal SALT 1 cercando di eliminare buona parte dei tratti in viadotto e indicando in alternativa la realizzazione di un percorso in gran parte interrato; anche questo progetto non ebbe tuttavia buon esito per le difficoltà paventate nel realizzare i tratti interrati in presenza di una fitta rete di canali e fossati e di una falda freatica assai vicina al piano di campagna.

In data 3 febbraio 2003 è stato redatto e sottoscritto dalla Provincia di Lucca, dai Comuni di Lucca, Capannori, Altopascio, dall'Associazione Industriali e dalla Camera di Commercio, un documento nel quale sono state indicate, conformemente agli strumenti urbanistici dei singoli Comuni le linee guida della nuova viabilità della piana di Lucca.

In base a tali linee guida, ANAS SpA nel 2005 ha redatto il progetto preliminare e lo studio di impatto ambientale del Sistema Tangenziale di Lucca, comprendente la Tangenziale Est e la Tangenziale Ovest, trasmesso con nota n.3405 del 21.06.2005 agli Enti competenti per il parere di Valutazione di Impatto Ambientale, la localizzazione ed il finanziamento dell'opera.

La Regione Toscana (con D.G.R. n.1020 del 17.10.2005 ha espresso parere contrario al conseguimento dell'intesa sulla localizzazione delle opere previste nel progetto preliminare denominato "Sistema tangenziale di Lucca" ed in particolare per la Tangenziale Ovest ritenendo l'intervento relativo alla Tangenziale Est, comprensivo dell'asse Est-Ovest, meritevole di essere approfondito per meglio adattarlo alle caratteristiche dei luoghi attraversati e per migliorare la qualità degli interventi di mitigazione.

In data 28.03.2006 la Commissione Speciale VIA ha emesso un parere positivo di compatibilità ambientale con prescrizioni per la fase di progettazione definitiva limitatamente alle tratte denominate Tangenziale Est asse Nord-Sud, Tangenziale Est asse Est-Ovest, Tangenziale Est asse Ovest-Est e Tangenziale Ovest.

Tale parere è stato confermato nell'ambito del ricorso presso il TAR del Lazio presentato dalla Regione Toscana avverso il parere della Commissione Speciale VIA del 28.03.2006. Il ricorso è stato, però, respinto dalla III Sezione del TAR con dispositivo 400/06 emesso in data 14.12.2006.

La Provincia di Lucca a seguito delle necessità evidenziate nella con D.G.R. n.1020 del 17.10.2005, ha effettuato, di concerto con gli altri enti locali territorialmente interessati oltre che dalla condivisione con l'Associazione Industriali e la Camera di Commercio, ulteriori studi e valutazioni sul sistema infrastrutturale della Piana di Lucca, predisponendo approfondimenti sulla progettazione relativa alla Tangenziale Est comprensiva di Asse Est-Ovest.

L'analisi della Provincia di Lucca ha confermato, per dare un'adeguata risposta alla domanda di mobilità stimata, la necessità di realizzare la Tangenziale Est comprensiva degli assi Est - Ovest ed Ovest - Est oltre che un insieme di interventi finalizzati ad riorganizzare la "rete viaria" della Piana di Lucca. Sulla base delle risultanze di tale studio è stata quindi definita un'intesa fra gli enti locali e i rappresentanti delle categorie economiche territoriali, firmata in data 06.08.2008 fra Provincia di Lucca, i Comuni di Lucca, Capannori, Porcari, Altopascio, la Camera di Commercio e l'Associazione industriali di Lucca con la quale è stato sancito l'accordo degli interventi di riassetto della rete viaria, che contempla interventi di nuova realizzazione e/o di riqualificazione dell'esistente. La stessa Provincia di Lucca, in base a quanto previsto nel Documento di Intesa, ha sviluppato specifiche analisi in merito alle caratteristiche della strada, alla collocazione territoriale ed alla natura degli spazi attraversati connessi con la progettazione degli assi viari della piana di Lucca evidenziando le criticità ambientali e paesaggistiche fino a definire le misure da adottare per una corretta integrazione del progetto nel contesto territoriale.

Nell'atto Aggiuntivo all'Intesa Generale quadro tra Governo e Regione Toscana firmato il 22.01.2010 gli interventi stradali di interesse statale riguardanti il territorio della Provincia di Lucca sono nuovamente indicati prevedendo, all'interno del potenziamento dei valichi appenninici, esclusivamente la viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti fra Ponte a Moriano ed i caselli autostradali dell'A11 del Frizzone e di Lucca Est, in funzione anche degli adeguamenti progettuali agli studi elaborati dalla Provincia di Lucca e del protocollo di intesa tra Provincia di Lucca e Comuni interessati del 06.03.2008.

In data 14.04.2011 è stato stipulato un Protocollo d'Intesa tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Toscana, la Provincia di Lucca, il comune di Lucca, il comune di Capannori e l'ANAS SpA finalizzato alla progettazione e realizzazione dei tratti stradali in esame. Nella stessa data è stato altresì stipulato un Protocollo d'Intesa fra la Regione Toscana, la Provincia di Lucca, il comune di Lucca, il comune di Capannori per la realizzazione degli interventi accessori e di valorizzazione del territorio connessi alla viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti tra ponte a Moriano ed i caselli dell'Autostrada A11 del Frizzone e di Lucca Est.

Infine in data 04.07.2012 è stato redatto da ANAS SpA un "Documento preliminare all'avvio della Progettazione", descritto nel paragrafo seguente, con lo scopo di definire gli elementi fondamentali che dovranno caratterizzare il progetto in questione.

Pertanto, si è reso necessario procedere ad una modifica della progettazione preliminare e dello studio di impatto ambientale del progetto del "Sistema Tangenziale di Lucca" per stralciare la parte relativa alla Tangenziale Ovest. Sono state, inoltre, introdotte le modifiche necessarie per l'aggiornamento dello stesso dal punto di vista trasportistico ed ambientale in base alle criticità evidenziate nelle prescrizioni per la fase di progettazione definitiva contenute nel parere di compatibilità ambientale della Commissione Speciale VIA (del 28.03.2006) e nello studio condiviso dagli enti locali.

B.1.2 DOCUMENTO PRELIMINARE ALLA PROGETTAZIONE (art.15 co. n.5-6, D.P.R. 207/10)

Secondo quanto indicato nel Protocollo d'Intesa tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Toscana, la Provincia di Lucca, il comune di Lucca, il comune di Capannori e l'ANAS SpA del 14.04.2011, ed evidenziato nel Documento Preliminare alla Progettazione del 04/07/2012 (identificato con la sigla DPP) si è stabilito di procedere all'adeguamento della viabilità esistente e/o alla realizzazione di nuovi tratti di strada a due corsie della viabilità Est della Piana di Lucca, in particolare:

- Asse Nord-Sud di collegamento tra la SS 12 del Brennero in località San Pietro a Vico e la

località Antraccoli del Comune Lucca;

- Asse Est-Ovest di collegamento tra la loc. Antraccoli del Comune di Lucca ed il casello autostradale dell'A11 del Frizzone;
- Asse Ovest-Est di collegamento tra la loc. Antraccoli del Comune di Lucca ed il casello autostradale dell'A11 di Lucca Est;
- Nuovo ponte sul fiume Serchio di collegamento tra la SS 12 e la viabilità provinciale per Camaione posta in riva destra del fiume;
- Adeguamento della SS 12 di collegamento tra l'esistente ponte sul fiume Serchio in loc. Ponte a Moriano ed il nuovo ponte in progetto.

Inoltre, in data 14.04.2011 gli stessi Enti territoriali (Regione Toscana, Provincia di Lucca, Comune di Lucca e di Capannori) hanno stipulato un altro Protocollo d'Intesa per la realizzazione degli interventi accessori e di valorizzazione del territorio connessi con la viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti tra ponte a Moriano ed i Caselli dell'autostrada A11 del Frizzone e di Lucca Est.

La finalità del suddetto Protocollo d'Intesa è quella di proporre ad Anas di integrare l'elenco degli assi viari di progetto, aggiungendo i seguenti ulteriori interventi descritti nell'allegato A del medesimo Protocollo:

- Viabilità di collegamento fra Carraia e casello A11 del Frizzone (adeguamento di via del Rogio) e collegamento con via di Sottomonte, valutando anche il collegamento tra Frizzone e la Circonvallazione di Altopascio, con il coinvolgimento dei Comuni interessati.
- Sovrappasso ferroviario area ex scalo merci di Lucca e collegamento con viabilità esistente.

Si evidenzia che questi ulteriori interventi sono comunque inseriti nell'ambito della progettazione preliminare e dello studio di impatto ambientale, in attesa che il Comitato Tecnico li sottoponga all'attenzione del competente Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per il loro inserimento nel progetto complessivo. In particolare:

- viabilità di collegamento con la circonvallazione di Altopascio, per la quale la Provincia renderà disponibile la soluzione progettuale predisposta;
- viabilità di collegamento tra il casello del Frizzone, la loc. Carraia e la via di Sottomonte;
- nuovo sovrappasso ferroviario nell'area "ex scalo merci" di Lucca.

Relativamente al nuovo ponte sul Serchio di collegamento tra la SS 12 e la S.P.1 per Camaione, a seguito della sottoscrizione di un protocollo d'Intesa tra la Provincia di Lucca, la Fondazione Cassa di Risparmio di Lucca, il Comune di Lucca e la Regione Toscana, nel cui ambito è previsto un contributo finanziario di 7.000.000 di euro da parte della Fondazione, la Provincia di Lucca richiede di poter assumere il ruolo di ente attuatore dell'intervento, per cui la progettazione e realizzazione di tale intervento saranno escluse dalle competenze di ANAS.

Per gli assi Nord-Sud, Est-Ovest ed Ovest-Est sono confermati i corridoi individuati nel citato documento di intesa sulle infrastrutture del 06.03.2008 tra la Provincia di Lucca ed i Comuni interessati oltreché nelle specifiche analisi in merito alle caratteristiche della strada, alla collocazione territoriale ed alla natura degli spazi attraversati connessi con la progettazione degli assi viari della piana di Lucca.

L'adeguamento della viabilità esistente e/o la realizzazione di nuovi tratti di strada a 2 corsie avrà la sezione di categoria C extraurbana secondaria, ai sensi del D.M. 05/11/2001. L'andamento planimetrico dovrà perseguire l'obiettivo di assicurare la massima velocità di percorrenza per strade extraurbane secondarie garantendo, per quanto possibile, l'alloggiamento nell'attuale sede ed il mantenimento delle opere d'arte maggiori e minori esistenti, uniformandosi il più possibile al D.M. 05/11/2001.

Nell'ambito delle riunioni del Comitato Tecnico, sono state valutate le diverse ipotesi progettuali per l'individuazione condivisa degli interventi da inserire nel presente documento preliminare alla progettazione, che sono:

- Asse Nord-Sud è l'itinerario di raccordo fra l'area della piana e la valle del Serchio con il sistema autostradale. Tale tracciato si connette con la S.S.12 del Brennero in prossimità della SS 12 del Brennero in località San Pietro a Vico nel comune di Lucca ed all'intersezione con la S.P.23 Romana in località Antraccoli comune di Lucca. La soluzione progettuale che si intende perseguire è, a grandi linee, quella che ricalca il corridoio individuato dalla provincia di Lucca e che è presente nello "Studio di interventi di infrastrutture viarie" redatto dal Servizio Pianificazione Territoriale e Mobilità della Provincia. La nuova strada indicata con il nome di Asse Nord-Sud parte dalla SS 12 del Brennero alla progressiva 28+700, nei pressi dell'intersezione con via delle "Piagge Seconda", attraversa il territorio di Lucca e Capannori ad est di Lucca e termina con l'innesto in rotatoria alla SP 23 Romana in località Antraccoli. L'itinerario Nord-Sud è stato individuato anche sugli elaborati grafici del Regolamento Urbanistico di Lucca e Capannori ed in sede di progettazione, così come stabilito dal Protocollo d'Intesa, sarà compiutamente definito sulla scorta anche degli indirizzi emersi dal lavoro del comitato tecnico. Per l'asse Nord-Sud si ritiene opportuno realizzare una sezione stradale bidirezionale a due corsie di categoria C1 di 10,50 metri, con 3,75 metri di corsia e 1,50 metri di banchina. I livelli di traffico simulati dal modello di traffico hanno messo in evidenza che una parte dei traffici sull'asse nord-sud hanno un carattere locale, a tal proposito si prevede che nella successiva fase progettuale siano individuate soluzioni progettuali che consentano lo smaltimento della componente locale. Le ridotte dimensioni della sezione C1 e la possibilità di risolvere a raso le intersezioni con altre strade, consente di individuare un tracciato che limiti l'impatto sul territorio ma che renda funzionale la

realizzazione dell'infrastruttura. Si prevede di realizzare la strada prevalentemente su un rilevato di modesta entità. Inoltre sono state inserite delle rotatorie con le direttrici di maggior traffico al fine di connettere il nuovo asse stradale con la rete infrastrutturale esistente.

- Asse Est-Ovest rappresenta il collegamento tra la rotatoria di Antraccoli ed il casello dell'A11 del Frizzone in comune di Capannori. Per realizzare tale connessione dall'intersezione con l'asse Nord-Sud, presso la rotatoria di Antraccoli, si prevede di proseguire con l'adeguamento di Via Domenico Chelini e di via del Frizzone fino all'omonimo casello autostradale. Sostanzialmente si ripercorre il tracciato del progetto proposto da ANAS nel 2005; si parte dalla rotatoria di Antraccoli, si ammoderna la S.P. 23 via Romana e si continua proseguendo su via del Frizzone, sino ad arrivare all'omonimo casello autostradale. Per l'intervento sull'asse Est-Ovest la sezione stradale impiegata è una categoria C1 lungo tutto l'itinerario; questo comporta che in alcuni tratti si ammoderni la viabilità esistente ed in altri tratti si realizzi una nuova sede.
- Asse Ovest-Est, compreso tra il casello autostradale di Lucca Est e la località Antraccoli, si ipotizza l'adozione di una sezione stradale di categoria C2 (una corsia per senso di marcia di 3,50 metri e banchina di 1,25 metri per complessivi 9,5 metri). Per questo asse, il Comitato Tecnico ha stabilito di ripercorre il tracciato proposto nel 2005, che presenta problematiche principalmente connesse: alla necessità di garantire e comunque manufatti che rendano l'opera permeabile rispetto alla zona di attraversamento del paleo-alveo del Serchio; all'attraversamento dell'acquedotto ottocentesco del Nottolini; alla vicinanza dell'autostrada ed alla necessità di demolire alcuni fabbricati. Il percorso prevede di partire dall'intersezione con l'asse Nord-Sud in loc. Antraccoli, di procedere verso ovest con una nuova viabilità inserita tra via dei Paladini e via del Marginone; all'altezza dell'incrocio tra via del Marginone e via di Tiglio di scendere verso sud superando via del Corazza e via della Chiesa di Toringo fino ad arrivare all'autostrada A11 e da questa procedere in affiancamento fino a congiungersi con il casello di Lucca Est;
- Adeguamento della SS 12 sarà realizzato nel tratto tra l'attuale rotatoria di Ponte Carlo Alberto Dalla Chiesa e l'attuale rotatoria a sud, con esclusione del nuovo ponte sul Serchio, che sarà di competenza provinciale.

Nel quadro degli interventi sopra indicati viene riportato il seguente ordine di priorità:

1. Asse Nord-Sud;
2. Assi Est-Ovest ed Ovest-Est;
3. Adeguamento della SS 12 del Brennero.
4. Viabilità di collegamento con la circonvallazione di Altopascio, viabilità di collegamento tra il

casello del Frizzone, la loc. Carraia e la via di Sottomonte, nuovo sovrappasso ferroviario nell'area "ex scalo merci" di Lucca.

B.1.3 ALTERNATIVE DI PROGETTO

Sulla base delle indicazioni sopraesposte e tenendo come riferimento il tracciato del DPP, lo studio delle alternative si è concentrato essenzialmente nello studio delle tipologia di sezione da adottare e conseguentemente alla individuazione del tracciato che nel rispetto della normativa vigente si inserisse adeguatamente nel territorio.

Gli interventi sull'Asse est-ovest e sulla SS12 prevedono l'ammodernamento della viabilità esistente con l'adozione rispettivamente di una sezione tipo C1 per l'Asse est-ovest e di tipo C2 per l'Adeguamento della SS12. Tali interventi una volta individuati i tratti di strada non hanno richiesto studi di alternative.

Lo stesso discorso vale per gli interventi accessori e di valorizzazione del territorio connessi alla viabilità a est di Lucca ovvero l'Opera connessa, la Circonvallazione di Altopascio e il nuovo cavalcaferrovia Lucca-Firenze. Fa eccezione il tratto iniziale dell'Opera connessa, la cui collocazione territoriale scaturisce da uno studio del tracciato che non interferisse con i vincoli ambientali presenti nell'area.

Nello studio delle alternative ci si è quindi concentrati principalmente su i due tratti (Nord-Sud ed Ovest—Est) da realizzare ex-novo.

Sono state quindi prese in considerazione le seguenti alternative.

Per l'asse Nord-Sud:

- adozione di una sezione tipo cat. B;
- adozione di una sezione tipo cat. C1 prevalente e B, con una serie di complanari;
- adozione di una sezione tipo cat. C1 (alternativa selezionata);
- soluzioni puntuali per l'attraversamento della linea ferroviaria Lucca-Aulla.

Per l'asse Ovest-Est:

- adozione di una sezione tipo cat. C1 (alternativa selezionata);
- soluzioni puntuali per l'attraversamento dell'acquedotto "Nottolini".

B.1.3.1 ASSE NORD-SUD CON SEZIONE cat. B (ALTERNATIVA 1)

Una strada di tipo B, è una strada che le Norme classificano come Strada Extraurbana Principale. E' una strada a doppia carreggiata larga complessivamente 22,00 m, ciascuna dotata di due corsie (larghe 3,75 metri), una banchina laterale di 1,75 m e margine interno minimo di 3,5 m. La sua velocità di progetto è compresa tra i 70 ed i 120 Km/h.

Le norme individuano per la B una portata di servizio di 1000 veicoli equivalenti/ora per corsia, un raggio planimetrico minimo di 178 m, una pendenza massima adottabile del 6%.

L'intersezione con altre strade deve avvenire a livelli sfalsati.

Sulla base dei parametri sopraelencati si è provveduto a definire un possibile tracciato plano-altimetrico dell'asse nord-sud (vedi elaborato T00PS00STDPF01A) con inizio a Ponte a Moriano e fine in loc. Antraccoli.

Dal punto di vista trasportistico una sezione di tipo B ha una buona risposta. La presenza infatti di due carreggiate per senso di marcia ed ancor più la risoluzione delle interferenze a livelli sfalsati innalzano le prestazioni, risultando le più idonee alle esigenze dei traffici di attraversamento.

Tale soluzione ha però dei forti impatti sul territorio:

- la larghezza complessiva della sezione B è oltre il doppio di una sezione C1, con una sottrazione di suolo superiore al doppio;
- la necessità di adottare secondo normativa raggi planimetrici minimi di 178 m allontana in molti tratti tale tracciato rispetto a quello indicato dal DPP;
- in alcuni punti in cui l'antropizzazione del territorio risulta essere elevata, l'inserimento del tracciato richiederebbe l'abbattimento di numerosi edifici privati;
- la risoluzione delle intersezioni a livelli sfalsati oltre a richiedere maggiore occupazione di suolo in alcune strade non è perseguibile, se non a fronte di grossi stravolgimenti, per la presenza di nuclei urbani ai margini della strade stesse;
- la presenza di un cospicuo numero di interferenze (ENEL, SNAM, GESAM, TELECOM) mal si concilia con una strada di ampia larghezza nella ricerca di soluzioni perseguibili e non molto onerose;
- in ogni caso l'adozione di una sezione di tipo B e della risoluzione delle intersezioni a livelli sfalsati determina in buona parte del territorio stesso una netta separazione del territorio posto ai lati della strada stessa, facendo assumere alla nuova strada un elemento di cesura.

Le pesanti ricadute negative sul territorio hanno suggerito di escludere tale alternativa.

B.1.3.2 ASSE NORD-SUD CON SEZIONE TIPO CAT. C1 PREVALENTE E B, CON UNA SERIE DI COMPLANARI CON SEZIONE TIPO CAT. F (ALTERNATIVA 2)

Tale alternativa (vedi elaborato T00PS00STDPF02A) prevede una sezione prevalente di tipo cat. C1, fatta eccezione di un breve tratto prossimo alla congiunzione con gli altri assi (in corrispondenza della confluenza dei traffici) dove si è ipotizzata una sezione di tipo cat. B (tratto di circa 1 km), "strada extraurbana principale" composta da due carreggiate per senso di marcia, ciascuna formata da due corsie da 3,75 m e fiancheggiate da una banchina laterale da 1,75 m,

separate da uno spartitraffico di 4,5 m. Per lo smaltimento della componente locale di traffico, è inoltre prevista l'adozione di una serie di complanari.

L'Asse si sviluppa, come la precedente soluzione, dalla località Ponte a Moriano (al Km 30+300 della S.S.12 esistente) e termina a sud di Antraccoli punto di interconnessione con gli altri due assi (Ovest-est e Est-ovest).

Allo scopo di minimizzare l'impatto dell'opera stessa sul territorio, è stato adottato quale criterio di progettazione quello di mantenere quanto più possibile a quota terreno la nuova strada e di risolvere le interferenze con le numerose strade esistenti attraverso la realizzazione di cavalcavia e sottopassi su queste ultime.

Un punto critico di tale alternativa è la breve distanza presente tra l'esistente SS12, la linea ferroviaria ad unico binario Lucca - Aulla e il Torrente Fraga, che implicano l'utilizzo di sottopassi per la risoluzione delle suddette interferenze. In particolare, dall'analisi sulla fattibilità idraulica della presente soluzione alternativa, è emerso che la quota di progetto del sottopasso previsto per l'attraversamento del torrente Fraga interferirebbe con il livello di falda, oltre ai problemi di regimazione del torrente che ne tratto in questione corre in alveo pensile.

Altro punto critico sono i livelli di traffico simulati dal modello che hanno messo in evidenza il fatto che una consistente parte dei traffici sull'asse nord-sud hanno un carattere locale. Tale situazione ha implicato pertanto l'inserimento di complanari finalizzate allo smaltimento dei traffici locali, che determinano però maggiori occupazioni di suolo con conseguente aumento delle aree intercluse.

Pertanto, l'onerosità delle opere e dei dispositivi di presidio e degli interventi di adeguamento dell'alveo del torrente Fraga atti a garantire la sicurezza idraulica del sottoattraversamento, e delle maggiori occupazioni di suolo indotte dall'adozione di una sezione di tipo B (che implica l'utilizzo di viabilità di rammaglio per la risoluzione dei traffici locali di attraversamento) hanno indotto ad escludere tale alternativa.

B.1.3.3 ASSE NORD-SUD ATTRAVERSAMENTO DELLA LINEA FS LUCCA-AULLA (ALTERNATIVA 3)

Le problematiche sopraesposte hanno indotto i progettisti a ipotizzare uno spostamento più a sud (in loc. San Pietro a Vico) del raccordo tra la SS12 del Brennero e l'asse Nord-sud, con conseguente adeguamento di un tratto dell'attuale S.S.12 per garantire il collegamento tra l'area della piana e della valle del Serchio e il sistema autostradale. Tuttavia lo spostamento dell'innesto sull'attuale SS12 non risolve l'interferenza con la linea ferroviaria Lucca-Aulla. Infatti i ridotti spazi presenti tra la SS12 e la linea ferroviaria, rendono complessa la scelta della tipologia di opera da adottare per la risoluzione della suddetta interferenza.

A tale scopo, per l'attraversamento della linea FS, sono state prese in considerazione due ipotesi:

- sottopasso della linea ferroviaria;
- sovrappasso della linea ferroviaria.

Sottopasso della linea FS: (v. elab. T00PS00STDPF03A) la soluzione prevede l'inizio del tracciato dell'Asse Nord-sud in corrispondenza dell'intersezione con il tratto di Adeguamento alla S.S.12 (ad una quota di 30,04 m), che sviluppandosi con un breve tratto in rilevato si dirige verso sud abbassandosi gradualmente di quota per consentire il sottopassaggio della linea ferroviaria ad unico binario Lucca – Aulla (che si trova ad una quota di circa 29,25 m).

Tale soluzione è stata abbandonata per due motivi: tecnico e ambientale. La motivazione tecnica riguarda le minime differenze di quota tra il piano stradale e il piano ferroviario e la breve distanza tra l'attuale SS12 e la linea ferroviaria stessa che implicano l'utilizzo di forti pendenze per l'inserimento del sottopasso (che genererebbero la presenza di una "corda molle") nel rispetto delle norme tecniche e funzionali previste per la progettazione stradale (raggi minimi e pendenze). La motivazione ambientale riguarda la presenza del paleoalveo del Serchio, in una zona in cui la portata d'acqua dello stesso è considerevole; infatti la scelta di un attraversamento in sottopasso determinerebbe problematiche idrauliche legate ad eventuali esondazioni del fiume stesso.

Sovrappasso della linea FS: rispetto alla precedente soluzione il tracciato dell'Asse Nord-sud dopo l'intersezione con il tratto di Adeguamento alla SS12 si dirige verso sud alzandosi di quota per consentire di sovrappassare la linea ferroviaria Lucca – Aulla. La risoluzione dell'interferenza mediante l'utilizzo di un sovrappasso permette l'inserimento di raccordi planimetrici e altimetrici e pendenze che garantiscono il rispetto delle norme tecniche e funzionali previste per la progettazione stradale di una strada extraurbana secondaria, nonché un'agevole risoluzione dei problemi idraulici dell'area in esame.

B.1.3.4 ASSE OVEST-EST STUDIO DELLA SEZIONE TIPO

Allo scopo di dare all'intero Sistema Tangenziale di Lucca una sezione tipo comune si è verificato anche per tale asse l'adozione di una sezione tipo C1, ovvero una "strada extraurbana secondaria" con velocità di progetto V_p compresa tra 60÷100 km/h, caratterizzata da un'unica carreggiata, con una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m (D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade").

Il tracciato del DPP individua come area su cui ubicare il primo tratto dell'asse ovest-est quello posto immediatamente a nord della autostrada A11. Su tale tratto si registra:

- la presenza di Viale di San Concordio, strada di elevata importanza per il traffico locale e su cui sono ubicati gli impianti dei servizi;

- la presenza di molti insediamenti produttivi con accesso su via della Formica, strada comunale che corre parallela a nord dell'autostrada ai piedi del suo rilevato;
- la presenza di 3 cavalcavia autostradali con cui il tracciato dell'Asse Ovest-est interferisce;
- la presenza dell'acquedotto ottocentesco del Nottolini;
- l'esistenza di numerose interferenze sia di ENEL, SNAM, GESAM e TELECOM. Particolarmente gravosa è la presenza di un tratto di rete di distribuzione della SNAM che per circa 500 m risulta in sovrapposizione al tracciato dell'asse Ovest-Est;
- la presenza del canale Ozzoretto che per un tratto di circa 600 metri scorre in parallelo all'asse Ovest-Est.

Si aggiunga inoltre che la recente realizzazione della nuova bretella di raccordo sul nuovo svincolo di Lucca Est suggerisce di connettere il progetto a tale bretella e conseguentemente di risolvere l'intersezione di via San Concordio a livelli sfalsati.

La presenza di tutti questi vincoli hanno indotto i progettisti a prendere in considerazione una soluzione che riducesse gli impatti con le interferenze presenti, infatti si è scelto di passare in sotterraneo sotto l'acquedotto Nottolini, mediante una galleria artificiale descritta nei paragrafi seguenti.

Pertanto anche per questo asse è stata adottata una sezione di tipo C1 con una larghezza delle corsie di 3,75 m ed una banchina da 1,5 m per una larghezza totale di 10,5 m. Tale soluzione inoltre, come descritto nel paragrafo successivo è quella che meglio risolve il passaggio nei pressi dell'acquedotto del "Nottolini".

B.1.3.5 ASSE OVEST-EST STUDIO DEL PASSAGGIO NEI PRESSI DELL'ACQUEDOTTO DEL "NOTTOLINI"

Nel 1822 la duchessa Maria Luisa di Borbone emanò un decreto per la costruzione di un nuovo acquedotto atto a fornire Lucca di acqua potabile. L'opera, progettata e realizzata in massima parte dall'architetto Lorenzo Nottolini, fu conclusa nel 1834.

L'acquedotto comprendeva:

- opere di captazione mediante 18 sorgenti;
- due gallerie filtranti dell'acqua superficiale dei suddetti rii;
- sbarramenti e lastricature del letto dei corsi d'acqua e una serra vespaiata per la decantazione delle acque alla confluenza dei due rii;
- due condotte seminterrate a pelo libero e a contorno chiuso, dalla serra vespaiata al tempietto "a monte";

- vari tempietti secondari che consentivano l'accesso alle condotte e alle sorgenti per ispezioni e lavori;
- due condotte rettilinee e parallele a pelo libero e a contorno chiuso, sopraelevate, in elementi di terracotta, facenti capo ad un tempietto "a monte" e a quello monumentale "alle Tagliate" di San Concordio Tali condotte sono sostenute da n. 459 archi a tutto sesto impostati su 460 pilastri in muratura di mattoni e pietra Molti di questi pilastri sono fondati su palafitte costituite ciascuna da 18 tronchi di pino, dove il terreno non dava sufficiente garanzia di portanza, in particolare verso la zona bassa dei canali Ozzeri e Rogio, dove viene raggiunta l'altezza massima di 15 metri. L'insieme, detto Torrione o Archi delle Fontane, ha una lunghezza di 3269 metri ed è servito per tutta la sua lunghezza, sul lato sinistro rispetto al deflusso delle acque, da uno stradello di servizio chiuso al traffico veicolare;
- due condotte forzate in tubi di ferro che vanno dal tempietto di S. Concordio al centro storico in galleria archivoltata accessibile e percorribile a piedi per tutta la sua lunghezza.

Nel 1925 fu eseguito un intervento di manutenzione su di un arco del Torrione sull'Ozzeri a cui seguì, alla metà degli anni sessanta, un intervento definitivo, con il rifacimento dell'arco e del corpo murario soprastante (gli spigoli vennero rifatti di mattoni, il corpo intermedio di getto di calcestruzzo).

Nel 1933, per la costruzione dell'autostrada Firenze-mare, furono demoliti un pilastro e due archi del Torrione. Le condotte soprastanti furono ricollegate mediante tubazioni sostenute da una travatura di cemento che durò fino al crollo, avvenuto nel 1944, che coinvolse altri archi e pilastri. Ulteriori interventi furono effettuati nel 1961 in occasione del raddoppio dell'autostrada. Complessivamente sono andati distrutti 6 archi, 4 pilastri normali e un pilastro con contrafforte per complessivi 42 metri.

Nel 1982 il prolungamento di Via Consani ha interessato due arcate, ossia tre pilastri compresi tra il tempietto di S. Concordio e il pilastro contrafforte n. 1, con attraversamento del Torrione in obliquo e di conseguenza con maggiori possibilità di disgregamento degli spigoli dei pilastri, come in effetti è avvenuto, a causa dei veicoli in transito.

Sebbene sia ormai da decenni in stato di semiabbandono e di avanzato degrado, l'acquedotto di Nottolini ancora conserva intatto il suo valore di carattere documentale e storico-artistico. È un'opera considerata da manuale sotto il profilo dell'ingegneria idraulica, definita in ogni particolare e ricca di eleganti elementi decorativi di gusto neoclassico.

Per l'importanza che l'acquedotto del "Nottolini" ha per la piana di Lucca e per i cittadini lucchesi nell'ambito della ricerca dell'alternativa di tracciato che meglio rispondesse alle esigenze del territorio una particolare attenzione è stata dedicata alla ricerca della soluzione del passaggio

dell'asse ovest-est nei pressi dell'acquedotto stesso. Sono state a tal proposito analizzate diverse alternative.

Alcune di esse prevedono l'abbattimento di alcuni piloni. Anche se a priori considerate dai progettisti impraticabili, sono state comunque analizzate allo scopo di evidenziarne i limiti.

Le ipotesi di passaggio analizzate sono state le seguenti.

Passaggio con una sezione di tipo C1 con l'abbattimento di un pilone intermedio dell'acquedotto (vedi elaborato T00PS00STDPF04A): la soluzione prevede che la strada planimetricamente si allontani dall'autostrada per incontrare l'acquedotto più a nord. Il passaggio della nuova strada con una sezione di tipo C1 che è larga 10,5 m a cui va aggiunto lo spazio per collocare le barriere antisvio (nel caso fossero adottate le tipo H3 W7) pari a 1,55 m, richiede l'abbattimento di un pilone intermedio dell'acquedotto stesso e richiede inoltre che una struttura metallica provveda a sostenere l'arco del pilone abbattuto. Tale soluzione sebbene tecnicamente fattibile non è a nostro avviso perseguibile in quanto non salvaguarda l'acquedotto stesso arrecando allo stesso ulteriori danni.

Passaggio sotto due archi dell'acquedotto (vedi elaborato T00PS00STDPF05A): come la precedente tale soluzione prevede un allontanamento della strada verso nord. In questo caso però, così come accade in altri punto dell'acquedotto stesso, le corsie della strada si dividono e ciascuna di essa attraversa l'acquedotto nello spazio compreso tra due piloni. Lo spazio a disposizione tra due piloni è di 5,05 m ed è tale da consentire giusto il passaggio di una corsia da 3,75m lasciando da entrambi i lati uno spazio largo 65 cm appena sufficiente per inserire una barriera di protezione a salvaguardia dei piloni dell'acquedotto. In questo caso le barriere sono costituite da barriere in calcestruzzo tipo "New Jersey". Tale soluzione meno invasiva della precedente mantiene degli elementi non positivi:

- Per un tratto a monte ed a valle dell'acquedotto la nuova strada dovrebbe subire un graduale restringimento di carreggiata (diminuzione progressiva della banchina fino a totale annullamento) per giungere al passaggio dell'acquedotto con la larghezza sufficiente per attraversarlo;
- La barriera di sicurezza dovrebbe essere posta solidale ai piloni dell'acquedotto. Tale situazione non garantirebbe comunque l'incolumità dei piloni dell'acquedotto in caso di svio da parte di un veicolo pesante;
- Il passaggio di veicoli in particolare pesanti per effetto delle vibrazioni da esse causate determina uno stato di sollecitazione alle fondazioni dell'acquedotto le cui conseguenze dovrebbero essere maggiormente approfondite.

Passaggio con una sezione di tipo C1 con l'abbattimento di un pilone dell'acquedotto (vedi elaborato T00PS00STDPF06A): tale soluzione prevede il passaggio della strada in adiacenza all'autostrada. Poiché lo spazio tra l'acquedotto ed il limite del rilevato autostradale è, sebbene di poco, inferiore alla larghezza complessiva richiesta per una strada di tipo C1, tale soluzione prende in considerazione l'abbattimento del pilone più prossimo all'autostrada. Anche questa soluzione non salvaguarda l'acquedotto stesso arrecando allo stesso, ulteriori danni e quindi non perseguibile.

Passaggio in sotterraneo (vedi elaborato T00PS00STDPF07A): tale soluzione prevede il passaggio della strada in sotterraneo al di sotto dell'acquedotto stesso attraverso la realizzazione di un sottopasso, al fine di ridurre gli impatti paesaggistici dell'opera stessa. Come emerso da un approfondimento delle indagini conoscitive delle fondazioni dell'acquedotto (v. elab. T00SG00GENRE01A) i piloni dell'acquedotto poggiano su pali in legno la cui lunghezza è variabile tra 12 e 18 metri, di seguito si illustrano due possibili soluzioni studiate:

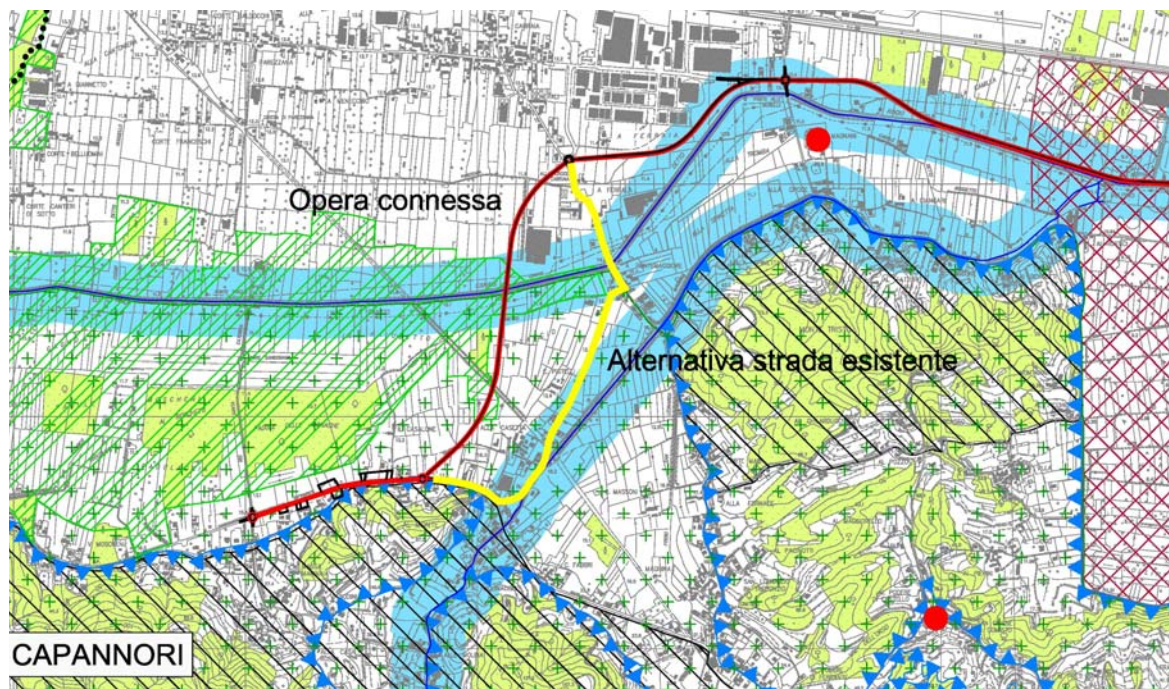
- *soluzione A*, prevede la realizzazione di un sottopasso posto ad una profondità di 7.50 m circa dal piano campagna e che interferisce con le fondazioni di 2 piloni dell'acquedotto. Questa soluzione prevede che la strada planimetricamente si allontani dall'autostrada per incontrare l'acquedotto più a nord;
- *soluzione B* (alternativa selezionata), prevede la realizzazione di un sottopasso posto alla stessa profondità dal piano campagna della soluzione precedente, ma che in seguito all'avvicinamento dell'asse planimetrico della strada all'autostrada, interferisce con la fondazione di un solo pilone dell'acquedotto.

Data l'elevata sensibilità geologica ed idrogeologica dell'area in cui ricade l'opera per entrambe le soluzioni proposte sono previsti degli opportuni sistemi di allontanamento delle acque in fase di esercizio. Entrambe le soluzioni prevedono la realizzazione di paratie in sx e in dx a sostegno delle pareti del sottopasso. Tuttavia la soluzione B, rispetto alla soluzione A, rende più agevole la fase realizzativa dell'opera stessa. Infatti tale soluzione, che prevede la realizzazione di un sottopasso in semiaffiancamento all'acquedotto Nottolini, interferisce con la fondazione di un solo pilone dell'acquedotto permettendo la realizzazione della paratia di sx in asse con l'arco dell'acquedotto.


B.1.3.6 OPERA CONNESSA

L'individuazione del tracciato planimetrico del tratto iniziale dell'Opera connessa è scaturito da un'analisi dei vincoli ambientali presenti nell'area oggetto dell'intervento. Infatti come riportato nella figura seguente, il tracciato del DPP aveva inizio in corrispondenza dell'intersezione tra via

della Spada e la S.P. di Sottomonte, ricalcando quest'ultima per circa 700 m. Quindi il tracciato si dirige verso nord-est (tracciato rosso) attraversando un'area naturale protetta SIC (IT5220020 n.137) "Palude di Verciano, Prati delle fontane, Palude delle Monache", raggiungendo via di Tiglio. Pertanto al fine di non interferire con la suddetta area protetta si è reso necessario individuare un corridoio infrastrutturale che ricalcasse in parte la viabilità esistente (tracciato giallo) nel rispetto del D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Per i dettagli dell'alternativa scelta si rimanda al §3.1.3.6.



AREE PROTETTE Dir. 92/43/CEE (Habitat) biotally D.M. 3/4/2000

 SIC (IT5120020 n.137) "Palude di Verciano, Prati delle Fontane, Palude delle Monache".

B.1.4 DESCRIZIONE DELLA ALTERNATIVA SELEZIONATA

Sulla base delle considerazioni sopraesposte la soluzione prescelta si propone come una soluzione che tenta di dare risposta agli obiettivi prefissati ed alle diverse problematiche riscontrate sul territorio.

Il Sistema Tangenziale di Lucca è costituito da una nuova rete stradale, di estensione complessiva di circa 30 km, costituita dall'adeguamento di viabilità esistenti e dalla realizzazione di nuovi tratti di strada a due corsie, quali:

- **Asse Nord-Sud** che si connette a nord con la S.S.12 del Brennero ed a sud con la S.P.23 Romana in località Antraccoli;

- **Asse Ovest-Est**, che dalla nuova intersezione di Lucca Est sulla A11 si collega all'asse Nord-sud in loc. Antraccoli mediante la nuova intersezione di Antraccoli;
- **Asse Est-Ovest**, che dalla nuova intersezione di Antraccoli si sviluppa in direzione est verso il nuovo casello di Capannori in località Frizzone;
- **Adeguamento della SS12**, di collegamento tra il ponte esistente sul fiume Serchio in loc. Ponte a Moriano ed il nuovo ponte in progetto (quest'ultimo non di competenza ANAS) in loc. Corte Pasquinelli;
- **Cavalcaferrovia sulla linea Lucca-Pistoia-Firenze** nell'area "ex scalo merci" di Lucca, comprensivo del collegamento con la viabilità esistente;
- la nuova viabilità di collegamento tra via di Sottomonte in loc. Carraia ed il casello A11 del Frizzone (adeguamento di via del Rogio) denominata "**Opera connessa**";
- **Circonvallazione di Altopascio**, ovvero una nuova viabilità di collegamento tra il casello A11 del Frizzone e la S.P.3 Bientina Altopascio.

Asse Nord -Sud

Allo scopo di minimizzare l'impatto dell'opera stessa sul territorio, è stata adottata quale criterio di progettazione quello di mantenere quanto più possibile a quota terreno la nuova strada e di risolvere le interferenze con le numerose strade esistenti attraverso la realizzazione di cavalcavia e sottopassi.

Per l'asse Nord-Sud, avente uno sviluppo totale di 5,14 km, si prevede l'adozione di una sezione di tipo C1 (ai sensi del D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade") caratterizzata da un'unica carreggiata, con una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m.

Il tracciato di progetto dell'Asse Nord-Sud ha inizio al Km 29+000 circa dell'esistente S.S. 12 in località Tacchini in corrispondenza del confine amministrativo del comune di Lucca e di Capannori. In tale punto infatti è prevista la realizzazione di una rotatoria a 3 bracci (rotatoria n.1) in cui converge il tratto di Adeguamento della S.S.12.

Subito dopo la suddetta rotatoria il nuovo tracciato, sviluppandosi interamente nel comune di Lucca, con una curva in destra di raggio 250m si dirige verso sud sollevandosi rispetto alla quota terreno, in modo tale che un cavalcaferrovia "Lucca-Aulla" di 215 m posto tra il Km 0+094 ed il Km 0+309 risolve l'intersezione con la linea ferroviaria ad unico binario Lucca - Aulla e via Lungo La Ferrovia Prima.

L'interferenza con via delle Piagge II al Km 0+393 è risolta con una deviazione della stessa.

Superato il cavalcaferrovia la strada di progetto riscende a quota terreno, e con un rettilineo lungo circa 200 metri prosegue in direzione sud.

Al Km 0+650 il tracciato con una curva in destra ($R=750m$), si solleva rispetto alla quota terreno, e mediante un cavalcavia di 245 m posto tra il Km 0+824 ed il Km 1+065 attraversa il Condotto pubblico, via per Marlia e via dell'Acqua calda.

Proseguendo, in direzione sud, il tracciato ricomincia a scendere di quota mantenendosi comunque in rilevato ($2\div 3$ m), e con un rettilineo lungo circa 300 metri attraversa delle strade locali in località Corte Tognetti. In tale area le interferenze del tracciato con via Montiscendi ed una strada podereale sono risolte mediante degli accessi diretti sul tracciato principale e delle viabilità di rammaglio. L'interferenza con via dei Tognetti al Km 1+543 viene invece risolta mantenendo il tracciato in rilevato e realizzando un sottopasso sulla strada esistente.

Successivamente la strada di progetto, per la presenza di nuclei abitativi sparsi sul territorio si dirige, mantenendosi sempre in rilevato, in direzione est rientrando nel comune di Capannori.

Al Km 1+950 la strada di progetto interseca Via delle Ville, tale interferenza è risolta mantenendo il tracciato a raso e realizzando una rotatoria (rotatoria n.2) a 4 bracci, da questo punto il tracciato rioccupa la fascia di territorio già individuata dagli strumenti urbanistici.

Una curva in destra di raggio $R= 175$ m, consente alla nuova strada di passare distante (150m) dall'area in cui sono presenti i laghetti artificiali e gli impianti sportivi. La strada continua a mantenersi in rilevato. L'interferenza con delle strade locali e con via Vicinale del Fondaccio è risolta con l'inserimento di viabilità di rammaglio.

Superata tale area la strada prosegue in direzione sud sollevandosi rispetto alla quota del terreno, in modo da permettere al Km 3+144 l'inserimento di un sovrappasso scatolare (10x6,5m) per risolvere l'intersezione con via dei Coselli. Il tracciato prosegue in rilevato.

L'interferenza con via di Lisio è risolta con la deviazione della stessa su via Vicinale del Fondaccio.

Al Km 3+210 il tracciato rientra nel territorio comunale di Lucca, e proseguendo verso sud tra il Km 3+828 ed il Km 4+372 la strada interseca il sistema di strade costituito da via Vecchia Pesciatina, via Pesciatina e via dell'Isola. La soluzione progettuale individuata in questo caso, prevede la chiusura di via Vecchia Pesciatina, la realizzazione di accessi diretti che garantiscano la funzionalità di via dell'Isola e una rotatoria a raso posta al km 4+090 (rotatoria n.3) a 4 bracci su via Pesciatina.

Quindi il tracciato prosegue verso sud fino all'intersezione con via della Madonna. La suddetta interferenza, posta al Km 4+975, è risolta con l'inserimento di un'intersezione a raso che permette soltanto manovre di svolta a destra nella direzione Sud-Nord.

Il tracciato termina al Km 5+141 con il collegamento alle rampe della nuova intersezione di Antraccoli.

I livelli di traffico simulati dal modello hanno messo in evidenza il fatto che una consistente parte dei traffici sull'asse nord-sud hanno un carattere locale. Tale situazione ha suggerito di utilizzare

delle viabilità di rammaglio per lo smaltimento dei traffici locali di attraversamento e garantire la funzionalità delle strade esistenti e l'accesso a poderi. Sono state quindi posizionate delle viabilità affiancandole ove consentito alla nuova strada, in modo da ridurre le aree intercluse.

Asse Ovest-Est

Tale asse ha inizio in prossimità del nuovo svincolo di Lucca Est (di collegamento al casello autostradale di Lucca Est) e, con un itinerario che si sviluppa in parte parallelamente al tracciato autostradale A11, raggiunge in direzione Est la S.P.23 Romana in località Antraccoli.

L'inserimento del tracciato risente molto dalle caratteristiche di un territorio fortemente antropizzato e ricco di preesistenze (corti, ville, edifici di interesse storico/architettonico e religioso) e vincoli di rilievo ambientale e paesaggistico (ad es. Acquedotto Nottolini).

La continuità del nuovo tratto con l'attuale S.S.12 è garantita mediante Viale Europa e la nuova intersezione di Lucca Est.

La nuova intersezione di Lucca Est, che garantisce il collegamento dell'asse Ovest-est con viale Europa e il casello di Lucca Est, è un'intersezione a raso caratterizzata da due rotatorie e da una serie di rampe a doppia corsia (per la sola svolta a destra) di collegamento con l'asse di raccordo tra i caselli di Lucca Est e Lucca Ovest sulla A11.

Lo sviluppo totale di tale asse è di 6,08 Km circa, e i comuni attraversati sono quelli di Lucca e Capannori. Per tale asse, si prevede l'adozione di una sezione di tipo C1 (ai sensi del D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade") caratterizzata da un'unica carreggiata, con una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m.

L'asse Ovest-Est ha inizio in corrispondenza della nuova intersezione di Lucca Est, nel territorio comunale di Lucca, e con un itinerario parallelo all'Autostrada A11 si dirige in direzione est.

L'Asse, ricalcando le scelte già presenti all'interno del Regolamento Urbanistico di Lucca, sovrappassa attraverso un nuovo cavalcavia di 25 m tra il Km 0+210 e il Km 0+235 circa Viale di San Concordio.

Dal Km 0+072 al Km 0+429 è previsto l'inserimento di un muro in dx, di 357 m circa, per l'eliminazione dell'interferenza con il rilevato autostradale. Immediatamente dopo, il tracciato ridiscende per riguadagnare nuovamente la quota terreno allontanandosi leggermente dall'autostrada. Al Km 0+700 è prevista una nuova intersezione T su via Formica per garantire il collegamento con la nuova viabilità locale realizzata dal comune di Lucca a servizio degli stabilimenti presenti nell'area.

Al Km 0+800 l'asse comincia a svilupparsi in trincea abbassandosi rispetto alla quota del terreno. L'interferenza con il rilevato di approccio del cavalcavia autostradale esistente, posto Km 0+900,

su via del Sorbano del Giudice viene risolta mediante la demolizione e la nuova realizzazione del cavalcavia stesso (L =105 m).

Il tracciato, quindi prosegue in direzione est in trincea in modo da risolvere l'interferenza con l'acquedotto "Nottolini", posto al Km 1+423 dell'asse, con l'inserimento di un sottopasso "Nottolini" di lunghezza complessiva di 350 m (il tratto coperto), che dal Km 1+240 al Km 1+640 permette l'attraversamento dell'acquedotto garantendo la continuità del paesaggio.

Mantenendosi sempre in trincea e proseguendo in direzione Est, il tracciato di progetto interferisce con due cavalcavia autostradali esistenti, rispettivamente su Via delle Cave e su Via di Sorbano del Vescovo (al Km 1+750 e al Km 2+075). In analogia con il cavalcavia autostradale su via del Sorbano del Giudice, anche per i suddetti cavalcavia si prevede la demolizione e la nuova realizzazione dei cavalcavia stessi (rispettivamente L =105 m e L=125 m).

Quindi il tracciato di progetto raggiunge la quota terreno e al Km 2+157 è previsto l'inserimento di una rotatoria (rotatoria n.1) a 3 bracci per il collegamento con la nuova viabilità locale prevista dal Regolamento Urbanistico (RU) del comune di Lucca.

Dal Km 2+398 al Km 2+915 è previsto l'inserimento di un muro in dx, di 517 m circa, per l'eliminazione dell'interferenza con il canale Ozzoretto.

Il tracciato continua il suo sviluppo sempre parallelamente all'autostrada in direzione Est e dopo aver attraversato con un ponte il canale Ozzoretto (L=40 m) dal Km 2+915 al Km 2+955, curva verso nord mantenendosi sempre in rilevato (di modesta altezza). L'interferenza con Via dei Boschi è risolta mediante una deviazione della stessa e l'inserimento di strade di rammaglio alla viabilità esistente.

A partire dal ponte sul canale Ozzoretto il tracciato entra nel Comune di Capannori e con una curva di raggio 350 m si dirige verso nord continuando ad allontanarsi dall'autostrada.

Dopo un tratto di circa 500 m in cui la strada si sviluppa in rilevato (di altezza massima di 1,5 m), il profilo altimetrico dell'asse si solleva in modo da scavalcare con il viadotto "Ozzoretto" via per Corte Stella, la linea Ferroviaria Lucca-Pistoia-Firenze, il canale Ozzoretto e la SR439 di Tiglio. Tale viadotto è lungo 525 m (dal Km 3+716 al Km 4+241).

Al Km 3+560 l'interferenza con via di Fontanella è risolta mediante la deviazione della stessa.

Dal Km 4+180 il tracciato di progetto rientra nuovamente nel Comune di Lucca e superato il tratto in viadotto, mediante un rilevato riguadagna la quota del terreno. Al Km 4+560, così come previsto nel Regolamento Urbanistico di Lucca, si inserisce una nuova rotatoria (n°2) a 5 bracci di collegamento con la viabilità cittadina. Sono infatti connesse a tale rotatoria via del Marginone, due viabilità in progetto dal RU di Lucca.

A partire dalla suddetta rotatoria, il tracciato si dirige nuovamente verso est utilizzando una porzione di territorio meno antropizzato; dal Km 4+570 al Km 5+700 circa il tracciato poggia su rilevato di altezza massima di 1,5 metri.

Al Km 5+668 è previsto l'inserimento di uno scatolare di 10 m (7x3m) sul Canale Ozzoretto e da questo punto in poi la nuova strada si abbassa di quota per terminare con un'intersezione a T mediante la quale si collega al nuovo svincolo di Antraccoli.

Dal Km 5+700 sino al punto finale dell'asse Ovest-Est posto al Km 6+086 il tracciato ricade nel Comune di Capannori.

Asse Est-ovest

L'Asse Est-Ovest ha inizio, dopo la nuova intersezione di Antraccoli, sulla esistente via Domenico Chelini.

Il tracciato di progetto si sviluppa quasi interamente sulla viabilità esistente (via Domenico Chelini e S.P.23 Romana, via del Frizzone) per giungere quindi il località Frizzone dove si collega con la nuova stazione di pedaggio ed il nuovo svincolo di Capannori dell'Autostrada A11. Lo sviluppo totale dell'Asse Est-Ovest è di circa 4,3 Km.

Su tale asse si prevede una riqualificazione della viabilità esistente con l'adozione di una sezione Tipo C1 per l'intero tratto (ai sensi del D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", ovvero un'unica carreggiata, con una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m), la risoluzione delle intersezioni con la viabilità interferente attraverso rotatorie a raso, la razionalizzazione degli accessi lungo la tratta con strade di servizio che permettono di concentrarli in pochi punti ed a distanze compatibili con quanto previsto dalla vigente normativa (codice della strada D. Lgs. n.285 del 30 aprile 1992 e s.m.i.).

L'intero tratto ricade nel territorio del comune di Capannori e ripercorre quello già individuato sugli elaborati grafici del Regolamento Urbanistico.

Il punto di inizio dell'asse Est-Ovest è ubicato subito dopo la nuova intersezione di Antraccoli. Si è reso, infatti, necessario ridisegnare la suddetta intersezione in funzione delle nuove direttrici, favorendo i collegamenti in direzione nord-sud ed il conseguente allontanamento dei traffici dalla città di Lucca. La nuova intersezione presenta un assetto planimetrico caratterizzato da rampe, che hanno inizio immediatamente dopo la fine dell'Asse Nord-sud, e che si sviluppano in direzione nord-sud garantendo il collegamento diretto tra l'asse Nord-Sud e l'asse Est-Ovest. E' prevista, altresì, un'intersezione a T per le sole svolte a destra sulla SP23 Romana e una rotatoria a 3 bracci di collegamento con la SP23 Romana e la SP27 della Madonna.

Dal Km 0+000 su via Domenico Chelini ha inizio l'asse Est-Ovest, ricalcando l'esistente, si dirige verso sud e al Km 0+400 risolve l'interferenza con via del Marginone mediante l'inserimento di un'intersezione a T che consente soltanto le svolte a destra.

Quindi il tracciato prosegue in rettilineo per giungere in prossimità del centro abitato della Frazione di Tassignano. Al Km 0+700 e al Km 0+874 le interferenze con via Carlo Piaggia sono risolte mediante l'inserimento di accessi diretti che permettono solo le svolte a destra.

Di seguito, al Km 1+030 è previsto l'inserimento di una nuova rotatoria (n.1) a 3 bracci per garantire il futuro collegamento con una nuova viabilità in progetto a cura del comune di Capannori.

La strada di progetto prosegue ricalcando l'esistente via Domenico Chelini.

Le successive interferenze con la viabilità locale esistente, ovvero al Km 1+550 con la S.P. di Paganico, al Km 1+825 con via delle Capanne e al Km 2+425 con la SP 23 Romana sono risolte mediante inserimento di intersezioni a raso che consentono soltanto le svolte a destra.

Quindi il tracciato al Km 2+625 si ricongiunge con via Romana e mediante un'intersezione a T, per le sole svolte a destra, risolve l'interferenza con via Nuova di Paganico.

Dopo altri 300 m circa il tracciato di progetto, percorrendo via Romana arriva al Km 2+900 all'intersezione con via del Frizzone, dove è previsto l'utilizzo della rotatoria esistente di recente realizzazione.

Il tracciato prosegue a quota terreno su via del Frizzone, fino al Km 3+600. Da questo punto il tracciato inizia a innalzarsi di quota (mediante un rilevato) e dalla Km 3+835 alla Km 4+116 attraversa la linea ferroviaria Lucca-Firenze con un'altastrada "Frizzone" di 280 m.

Superato l'altastrada il tracciato termina al Km 4+328, innestandosi in un tratto in progettazione a cura della provincia di Lucca.

Adeguamento della S.S.12

L'Adeguamento della S.S.12, ha inizio al Km 30+300 circa dell'esistente S.S.12 dell'Abetone e del Brennero in loc. Ponte a Moriano nel comune di Capannori immediatamente dopo che la S.S.12 ha attraversato il fiume Serchio e termina prima del nuovo ponte in progetto (quest'ultimo non di competenza ANAS) in loc. Corte Pasquinelli nel comune di Lucca.

L'intervento ha inizio immediatamente dopo una nuova rotatoria a 4 bracci in cui convergono l'attuale S.S.12, la S.P.2 Lodovica e la S.P.29 di Marlia. Per l'adeguamento della S.S.12, avente uno sviluppo totale di 3,72 km, si prevede una riqualificazione della sezione stradale con l'adozione di una sezione Tipo C2 per l'intero tratto, (ai sensi del D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"), caratterizzata da un'unica carreggiata, con una

corsia da 3,50 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,25 m per una larghezza totale di 9,50 m.

La presenza di numerosi edifici prospicienti alla strada esistente, di filari di platani secolari e dell'area golenale del fiume Serchio hanno ricondotto la progettazione a prevedere, come unica soluzione possibile, l'allargamento della strada esistente sul lato del fiume Serchio prevedendo la risagomatura della sezione arginale lato fiume, intervenendo sul lato esterno in modo da non alterare la sezione idraulica complessiva.

L'intervento in progetto si sviluppa interamente in sede ed al Km 1+217 si collega con l'asse Nord-sud mediante una rotatoria a 3 bracci.

Quindi il tracciato prosegue verso sud in rilevato, garantendo mediante degli accessi diretti i collegamenti con le viabilità locali, e termina al Km 3+720 (Km 27+450 circa dell'attuale S.S.12) prima del nuovo ponte in progetto sul fiume Serchio in loc. Corte Pasquinelli.

Cavalcaferrovia Lucca-Firenze

Il sovrappasso ferroviario della linea Lucca-Pistoia-Firenze è posto nell'area "ex scalo merci" di Lucca, ed ha uno sviluppo di 600 metri, comprensivo anche del collegamento con la viabilità esistente. Tale intervento ricade interamente nell'area urbana del comune di Lucca, infatti è stata scelta una sezione Tipo E per l'intero tratto, (ai sensi del D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"), caratterizzata da un'unica carreggiata, con una corsia da 3,00 m per senso di marcia, banchina laterale da 0,50 m per una larghezza totale di 7,00 m.

L'intervento in progetto ha inizio con un innesto a raso su via Nazario Sauro, quindi al Km 0+125 il tracciato inizia a sollevarsi per consentire l'attraversamento del fascio di binari della linea ferroviaria Lucca-Pistoia-Firenze dal Km 0+150 al Km 0+292 mediante un cavalcaferrovia di lunghezza 142 m ad unica campata.

Quindi il tracciato inizia a ridurre la sua quota altimetrica alla quota del terreno terminando con un innesto a raso, mediante una rotatoria a 3 bracci, su via Mugnano.

Opera connessa

La nuova viabilità di collegamento tra via di Sottomonte in loc. Carraia ed il casello A11 del Frizzone (adeguamento di via del Rogio) denominata "Opera connessa", ha inizio in corrispondenza dell'intersezione tra via della Spada e la S.P. di Sottomonte e termina su via del Frizzone con uno sviluppo totale di circa 5,86 km interamente nel comune di Capannori.

Per tale asse, si prevede l'adozione di una sezione di tipo C1 (ai sensi del D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade") caratterizzata da un'unica carreggiata, con una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m.

Il tracciato ha inizio con una nuova rotatoria (rotatoria n.1) a 4 bracci di collegamento tra via della Spada e la S.P. di Sottomonte, e si sviluppa in rilevato per circa 700 m sull'attuale S.P. di Sottomonte.

Al Km 0+700 con l'inserimento di un'altra rotatoria (rotatoria n.2) a 3 bracci, il tracciato di progetto abbandona l'attuale S.P. di Sottomonte per dirigersi in direzione nord-est con una tipologia costruttiva in rilevato di modeste altezze. Al Km 1+525 l'interferenza con via Ponte Maggiore viene risolta con l'inserimento di un accesso per le sole svolte a destra. Il tracciato quindi prosegue a quota terreno, innestandosi al Km 1+800 su via di Ponte Maggiore e sviluppandosi sull'attuale viabilità fino alla progressiva 1+950.

Dal Km 1+950 al Km 2+200 il tracciato ripercorre la viabilità esistente (via Ponte Maggiore e via di Tiglio) per la quale si prevede soltanto un intervento di messa in sicurezza dell'attuale sede stradale (ovvero interventi di rifacimento del pacchetto della pavimentazione, della segnaletica orizzontale e verticale e l'eventuale messa a norma della banchine).

Quindi dal Km 2+200 il tracciato di progetto ricalca l'attuale via di Tiglio fino alla successiva rotatoria (rotatoria n.3) di collegamento tra via di Tiglio, via Tazio Nuvolari.

Dal Km 2+700 la nuova strada, mediante una curva in sinistra di raggio di 250 m, bypassa in rilevato un'area industriale in loc. Ferraia. Successivamente con un'altra curva in destra di raggio 250 m si innesta sull'esistente via Tazio Nuvolari, sviluppandosi sull'attuale viabilità, prevedendone l'adeguamento ad una sezione di tipo C1 e garantendo degli accessi diretti alle strade locali interferenti.

Al Km 3+720 una rotatoria (rotatoria n.4) a 4 bracci risolve l'interferenza con via del Casalino.

Dalla rotatoria su via del Casalino, il tracciato prosegue su via del Rogio fino al Km 5+700, prevedendo per quest'ultima un adeguamento ad una sezione stradale di tipo C1 (di larghezza complessiva di 10,50 metri).

L'interferenza con il canale detto Rogio che corre parallelo a via del Rogio è risolta mediante l'inserimento di un muro in dx di 1343 m dal Km 4+386 al Km 5+729.

Dal Km 5+725 l'asse di progetto si discosta dalla strada esistente, allontanandosi anche dal canale fino al Km 5+859 dove termina con una nuova rotatoria (rotatoria n.5) a 3 bracci che collega la via lungo il Rogio e via Frizzone.

I collegamenti con la viabilità locale sono garantiti mediante l'inserimento di accessi diretti lungo il tracciato.

Circonvallazione di Altopascio

La circonvallazione di Altopascio costituisce una nuova viabilità di collegamento tra il casello A11 del Frizzone e la S.P.3 Bientina Altopascio.

Per tale intervento, avente un'estensione di 5,78 km e che si sviluppa nei territori comunali di Porcari e di Altopascio, si prevede l'adozione di una sezione stradale di Tipo C1 per l'intero tratto (ai sensi del D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade") caratterizzata da un'unica carreggiata, con una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m.

Il tracciato di progetto ha inizio in corrispondenza della nuova rotatoria (n.1) a 4 bracci sul tratto di via Frizzone già adeguato. La nuova rotatoria (n.1) risolve il collegamento con l'attuale ponte sulla A11 ed una viabilità di collegamento dell'area industriale sottostante alla A11 (in progetto dalla Provincia di Lucca).

Dalla suddetta rotatoria il tracciato si dirige verso l'autostrada A11 mediante una curva in destra di raggio 100 m. Al fine di mantenere la funzionalità di via di S. Lucia la strada di progetto si sviluppa in affiancamento all'autostrada, garantendo comunque i collegamenti con la viabilità locale mediante degli accessi diretti, ad una distanza tale da poter inserire l'eventuale futura terza corsia autostradale.

Al Km 1+350 è previsto l'inserimento di una nuova rotatoria (n.2) a 3 bracci per risolvere l'interferenza con una diramazione di via di S. Lucia in loc. Corte Fagotto.

Quindi il tracciato al Km 1+450 risolve l'interferenza con il canale Fossa Nuova con l'inserimento di un tombino scatolare (7x2m), e al Km 1+530 circa mediante un sottopasso scatolare (13,5x6m realizzato con la tecnica dello spingitubo) risolve l'interferenza con l'esistente cavalcavia autostradale della A11.

Il tracciato prosegue sempre in affiancamento, con una tipologia costruttiva in rilevato di modesta altezza, fino alla successiva rotatoria (n.3) a 3 bracci posta in loc. C. Quartaroli. La suddetta rotatoria consente il collegamento della strada di progetto con via Leccio, garantendo quindi il collegamento delle aree industriali presenti in loc. Magazzino e C. Quartaroli.

Superata la rotatoria la strada di progetto al Km 2+140 risolve l'interferenza con il Rio Leccio con l'inserimento di un tombino scatolare (7x2m), e al Km 2+200 circa mediante un sottopasso scatolare (13,5x6m realizzato con la tecnica dello spingitubo) risolve l'interferenza con un altro cavalcavia autostradale esistente della A11.

Quindi il tracciato, sempre in affiancamento all'autostrada, prosegue con un rettilineo di circa 1500 m fino al Km 3+700, dove curvando verso destra con un raggio di 600 m si allontana dall'autostrada. Al Km 3+675 circa mediante un sottopasso scatolare (13,5x6m realizzato con la

tecnica dello spingitubo) si risolve l'interferenza con un altro cavalcavia autostradale della A11 sulla strada padronale detta Rione.

Dal Km 3+700 in poi la strada di progetto corre in rilevato attraversando delle aree agricole, e assumendo un andamento quasi parallelo al fosso Nero in destra idrografica.

Infine il tracciato al Km 4+800 con una curva in sinistra di 600 m si riavvicina al fosso Nero terminando al Km 5+786,55 sulla costruenda rotatoria sulla S.P.3 Bientina Altopascio.

B.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Al fine di eseguire una buona progettazione, si farà riferimento alla seguente normativa tecnica:

Normativa in campo stradale

- D.Lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 e s.m.i. - Nuovo Codice della Strada;
- D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992 e s.m.i. - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- D.M. del 01 giugno 2001 (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) - Modalità di istituzione e aggiornamento del catasto delle strade;
- D.M. del 05 novembre 2001 n. 6792 (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) e s.m.i. - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- D.Lgs. n.151 del 27 giugno 2003 - Modifiche ed integrazioni al codice della strada;
- D.M. del 22 aprile 2004 (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) - Modifica del decreto 5 Novembre 2001 n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»;
- D.M. del 19 aprile 2006 (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni;
- D.L. del 02 marzo 2012 n.16 convertito in L. del 26/04/12 n. 44 – Modifiche e integrazioni al CdS.

Normativa in materia di barriere di sicurezza stradali

- D.M. Infrastrutture e Trasporti n.2367 del 21 giugno 2004 - Aggiornamento del Decreto 18/02/1992 n.223 in merito alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradali;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 25 agosto 2004 n.3065 e s.m.i. - Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Circolare Prot. 62032 del 21 luglio 2010 - Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

Normativa sulle costruzioni

- D.M. del 14 gennaio 2008 - Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- C.M. n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Eurocodici.

Normativa in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro nei cantieri temporanei e mobili

- D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.Lgs. n. 180 del 5 agosto 2009 - Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- L. n. 101 del 12 Luglio 2012 - Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 12 maggio 2012, n.57, recante disposizioni urgenti in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro nel settore dei trasporti e delle microimprese.
- Decreto Interministeriale del 6 agosto 2012 - Sicurezza sul lavoro - Protezione da agenti chimici - Valori di esposizione professionale - Sostituzione Allegato XXXVIII del D.Lgs. 81/2008;
- L. n. 177 del 1 ottobre 2012 - Modifiche al D.Lgs. 81/2008, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici.

Normativa in materia di illuminotecnica

- Norma UNI 11248 illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche Ottobre 2012;
- Norma EN-UNI 13201-2 Versione bilingue ottobre 2007 Illuminazione Stradale – Parte seconda: Requisiti prestazionali;
- Norma EN-UNI 13201-3 Versione inglese Illuminazione stradale- calcolo delle prestazioni;
- Norma EN-UNI 11431 novembre 2011 applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso;
- Norma EN-UNI 11095 novembre 2011 sui requisiti illuminotecnici dell'impianto di illuminazione di una galleria stradale.

Normativa in materia di lavori pubblici

- D.L. Sviluppo n. 70 del 13 maggio 2011 coordinato con la legge di conversione 12 luglio 2011, n. 106 - Semestre Europeo - Prime disposizioni urgenti per l'economia;
- D.Lgs. n. 163 del 12 aprile 2006 - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163.

Normativa in materia ambientale e territorio

- Direttiva 85/37/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati tenendo conto, ai fini della valutazione, anche degli effetti diretti ed indiretti di un progetto sul paesaggio (art.3);
- D.P.C.M. n. 377 del 10 agosto 1988 - Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349 (2), recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale (2/a) (1/circ);
- D.P.C.M. del 27 dicembre 1988 - Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377;
- Direttiva 92/43/CEE del 21/05/1992 modificata, che tratta della conservazione degli elementi del paesaggio;
- Legge n. 447 del 26 ottobre 1995 - Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico;
- CEE n.337 del 3 Aprile 1997 - Direttiva del Consiglio Europeo del 27 giugno 1985 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (85/337/CEE)
- D.M. Ambiente del 16 Marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- Convenzione Europea del Paesaggio, sottoscritta dagli Stati membri del Consiglio d'Europa a Firenze il 20/10/2000;
- L. n.14 del 09 gennaio 2000 - Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, fatta a Firenze il 20 ottobre 2000;
- D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004 – Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447 in materia di inquinamento acustico derivante da traffico stradale;
- D.Lgs. n. 42/2004 - Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art.10 della L. n. 137 del 6 luglio 2002.
- D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006 - Norme in materia ambientale;
- D.Lgs. n. 157 del 24 marzo 2006 - Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione al paesaggio;
- D.Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008 e s.m.i. - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- Direttiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 dicembre 2011 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.

B.3 IL TRACCIATO PLANO – ALTIMETRICO

B.3.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Il riferimento normativo per la determinazione delle caratteristiche dell'opera da progettare è costituito dal Nuovo Codice della Strada e dalle nuove "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del D.M. 6792/2001 e s.m.i.. Si riportano di seguito le sezioni tipo previste per il Sistema Tangenziale di Lucca.

Esse si differenziano nel seguente modo:

- **per l'asse Nord-Sud, l'asse Ovest-Est, l'asse Est-Ovest, l'opera connessa, la circonvallazione di Altopascio**
 - **C1**, strada extraurbana secondaria con velocità di progetto V_p compresa tra 60÷100 km/h, caratterizzata da un'unica carreggiata, con una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m;
- **per il cavalcaferrovia Lucca-Firenze e i 3 nuovi cavalcavia autostradali della A11**
 - **F1**, strada extraurbana locale con velocità di progetto V_p compresa tra 40÷100 km/h, con una corsia da 3,50 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,0 m per una larghezza totale di 9 m;
- **per l'Adeguamento SS12**
 - **C2**, strada extraurbana secondaria con velocità di progetto V_p compresa tra 60÷100 km/h, caratterizzata da un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia da 3,50 m e banchina laterale da 1,25 m per una larghezza totale di 9,50 m;
- **per i sottopassi di strade esistenti (via dei Tognetti e via Coselli)**
 - **F**, strada urbana locale con velocità di progetto V_p compresa tra 25÷40 km/h, con una corsia da 2,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 0,5 m per una larghezza totale di 6,5 m;
- **per i bracci delle rotatorie**
 - **F1**, strada extraurbana locale con velocità di progetto V_p compresa tra 40÷100 km/h, con una corsia da 3,50 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,0 m per una larghezza totale di 9 m;
 - **F**, strada urbana locale con velocità di progetto V_p compresa tra 25÷40 km/h, con una corsia da 2,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 0,5 m per una larghezza totale di 6,5 m.

Nel tracciamento planimetrico è stato dato particolare risalto alla scelta dei raggi di curvatura per le note problematiche riguardanti le distanze di visuale libera.

B.3.1.1 ANALISI DELLA DISTANZA DI VISUALE LIBERA

L'analisi è stata condotta utilizzando un apposito programma di calcolo automatico (CIVIL DESIGN) basato su un procedimento numerico operante simultaneamente nelle tre dimensioni, che tiene conto di tutti gli aspetti della geometria della piattaforma (tracciamento, profilo, pendenze di falda, sezioni trasversali).

La singola verifica di visibilità tra un Punto di Vista (PdV) ed un Punto di Mira (PdM), ubicati in posizione arbitraria quanto a progressive e posizione trasversale, avviene ricostruendo la traiettoria spaziale del raggio ottico e confrontandola con il profilo derivante dall'insieme degli elementi costitutivi della sezioni attraversate (pavimentazione, muri, scarpate, barriere, ecc), opportunamente discretizzate attraverso un campionamento con passo arbitrario.

Naturalmente, si ha ostacolo alla visuale allorché il raggio ottico viene intercettato da un elemento di sezione, cioè quando si verifica il passaggio del punto-traccia del raggio ottico (cioè il punto di intersezione del raggio con il piano della sezione) dalla zona "vuota" della sezione precedente alla zona "piena" della sezione successiva.

Nel caso in oggetto è stato semplificato il procedimento adottando una sola sezione tipo con due muri posti ai margini della carreggiata posti in corrispondenza dell'eventuale posizionamento delle barriere di contenimento.

La verifica approssimata in questa maniera (in sicurezza, rappresentando il caso prescelto quello più restrittivo) si adatta alla fase di progetto preliminare oggetto del presente studio e mette in luce le zone di tracciato da approfondire nelle successive fasi progettuali.

Risultati dell'analisi

L'analisi è stata condotta in entrambi i sensi di marcia con ubicazione del PdV e del PdM sull'asse delle corsie di marcia. Secondo quanto prescritto dalla normativa, l'altezza del PdV sulla pavimentazione è stata posta a m. 1.10, quella del PdM a m. 0.10 (verifica per l'ostacolo basso).

I risultati ottenuti sono sintetizzati nei diagrammi della Distanza di Visuale Libera (vedi elab. T00PS01STDDG01÷06A.dwg).

Negli stessi diagrammi sono anche riportate, per confronto, le Distanze di Visibilità per l'Arresto calcolate per la velocità puntuale di percorrenza, desunta dal diagramma delle velocità che è stato costruito secondo il procedimento stabilito dalla normativa vigente (DM 5/11/01). Il calcolo della

Distanza di Arresto è stato condotto assumendo i coefficienti di aderenza longitudinale previsti dalla normativa per le diverse tipologie di strade adottate.

Per l'Asse Nord-Sud i diagrammi evidenziano che la DVA è superiore alla DVL nei seguenti tratti:

in direzione Antraccoli	dalla progressiva	0+440 alla progressiva	0+555
		0+885	1+095
		2+925	3+165
		3+595	3+820
		3+920	4+110
		4+260	4+470
		4+675	5+000
in direzione Ponte a Moriano	dalla progressiva	0+970 alla progressiva	1+340
		2+315	2+560
		2+795	2+955
		3+145	3+315
		3+465	3+580
		4+365	4+735
		5+035	5+110

Per l'Asse Ovest-Est i diagrammi evidenziano che la DVA è superiore alla DVL nei seguenti tratti:

in direzione Antraccoli	dalla progressiva	2+975 alla progressiva	3+335
		3+795 alla progressiva	4+040
in direzione Lucca	dalla progressiva	3+030 alla progressiva	3+685

Per l'Asse Est-Ovest i diagrammi evidenziano che la DVA è superiore alla DVL nei seguenti tratti:

in direzione Frizzone	dalla progressiva	3+590 alla progressiva	3+720
		4+035 alla progressiva	4+175
in direzione Antraccoli	dalla progressiva	3+990 alla progressiva	4+105

Per l'Opera Connessa i diagrammi evidenziano che la DVA è superiore alla DVL nei seguenti tratti:

in direzione Frizzone	dalla progressiva	2+475 alla progressiva	2+540
		3+250	3+550
		4+000	4+125
in direzione Carraia	dalla progressiva	2+435 alla progressiva	2+495
		3+055	3+305
		5+285	5+420

Per la Circonvallazione di Altospacio i diagrammi evidenziano che la DVA è superiore alla DVL nei seguenti tratti:

in direzione Altospacio	dalla progressiva	0+135 alla progressiva	0+200
-------------------------	-------------------	------------------------	-------

TRATTO	PROGRESSIVE	SEZIONE TIPO	RAGGIO PLANIMETRICO min (metri)
Asse Nord - Sud	Intero tratto	C1	130
Asse Ovest - Est	Intero tratto	C1	300
Asse Est - Ovest	Intero tratto	C1	150
Adeguamento SS12	Intero tratto	C2	120
Cavalcaferrovia Lucca-Firenze	Intero tratto	F1	100
Opera connessa	Intero tratto	C1	120
Circonvallazione di Altopascio	Intero tratto	C1	150

B.3.1.3 ELEMENTI DELL'ASSE A CURVATURA VARIABILE

Questo tipo di elementi sono costituiti dalle clotoidi, rappresentabili da un'espressione parametrica del tipo: $r_s = A^2$ (caso particolare di una famiglia di curve parametriche di espressione $r_{sn} = A(n+1)$ dove $n =$ parametro di forma e $A =$ parametro geometrico).

Il loro dimensionamento avviene imponendo al parametro geometrico dei valori che non siano inferiori a certi valori limiti. Questi valori limiti sono la conseguenza del rispetto di vincoli dinamici e geometrici tradotti appunto in termini di parametro geometrico.

Condizioni imposte ad A:

- si assume come contraccollo massimo il valore $c = 50,4/V$ m/s³ dove V è in km/h; di conseguenza $A > 0.021 V^2$
- per le clotoidi di flesso e di continuità il rapporto tra i valori dei due parametri geometrici, A_1 ed A_2 , deve soddisfare le due condizioni seguenti:
- per $A_2 \leq 200$ m $A_1/A_2 \leq 1.5$
- per $A_2 > 200$ m $A_1/(A_2-100) \leq 3$ dove $A_2 < A_1$
- la pendenza trasversale della strada deve cambiare linearmente lungo la clotoide mentre si passa dal rettilineo alla curva circolare e la lunghezza della clotoide stessa deve essere tale da permettere questa variazione con dei valori di sovrappendenza dei cigli che non devono superare i seguenti limiti:

$$1\% \leq i_{\max} \leq 2\% \text{ per velocità variabile } V \text{ da } V > 100 \text{ km/h a } V < 40 \text{ km/h}$$

per cui:

$$A \geq \sqrt{\frac{\Delta h}{\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right) \cdot \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

dove A , R_1 , R_2 , Δh sono espressi in metri e Δ_{\max} in unità per cento;

- la lunghezza delle due clotoidi che raccordano una curva circolare di raggio R a due rettili che hanno w come loro angolo di deviazione, deve soddisfare la relazione

$$L_{1,2} \geq 0.4 w R \quad \text{cioè} \quad A_{1,2} > R \sqrt{0.4 w}$$

- infine come conseguenza della regola in cui la deviazione angolare minima di una clotoide deve essere $\geq 1/18$ rad, si ha che $A \geq R/3$.

B.3.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Il tracciato si mantiene per larga parte sotto la pendenza del 6-7% che è quella massima per strade delle categorie prescelte. Il problema maggiore è stato quello di posizionare le livellette in modo da conciliare il più possibile due condizioni e cioè ottenere un soddisfacente coordinamento plano-altimetrico e posizionare i vertici in modo da superare i dislivelli del terreno in alcuni tratti particolarmente sensibili.

I raggi dei raccordi concavi devono garantire la visibilità di notte ad una distanza almeno uguale a quella di visibilità per l'arresto. Si distinguono due casi e cioè lunghezza del raccordo maggiore della distanza di visibilità e viceversa. Nel primo caso i raggi verticali non dipendono dalla differenza delle pendenze delle livellette, nel secondo sì.

In tutti e due i casi comunque dipendono da h , altezza dei fari sul piano stradale e da q , apertura del fascio di luce dei fari.

Nel primo caso
$$R_v = \frac{D_a^2}{2(h + D_a \cdot \operatorname{tg} q)}$$

Nel secondo caso
$$R_v = \frac{2}{\Delta i} \left[D_a - \frac{h + D_a \cdot \operatorname{tg} q}{\Delta i} \right]$$

dove:

D_a = distanza di visibilità per l'arresto

$h = 0,50$ m

$q = 2^\circ$

I valori che ne conseguono sono valori minimi da adottare in casi eccezionali di obiettiva difficoltà. In altri casi è meglio adottare valori vicini a quelli che si ricavano per i raccordi convessi che vengono dimensionati o per garantire la distanza di visibilità si sicurezza .

Anche per questi si distinguono i due casi $D > L$ e $D < L$.

Nel primo si ha:

$$Rv = \frac{2}{\Delta i} \left[D - \frac{h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

Nel secondo:

$$Rv = \frac{D^2}{2(h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

dove:

h_1 = altezza dell'occhio del conducente = 1,10 m

h_2 = altezza dell'ostacolo in movimento = 1,10 m

i = differenza di pendenza tra le livellette

D = distanza di visibilità

La distanza di visibilità, secondo la normativa italiana, è calcolata rispettivamente nei seguenti modi:

1) $D = D_s = 20 v$

2) $D = 2 D_a = \frac{V}{3} + \frac{V^2}{2,54(100 f_a + i)}$

dove:

V è in Km/h

f_a = coefficiente di aderenza equivalente longitudinale; i suoi valori funzioni della velocità sono:

V	40	60	80	100	120
f_a	0,43	0,35	0,30	0,25	0,21

Inoltre sono stati considerati criteri di sicurezza dinamica e psicofisiologica, che impongono limitazioni alla forza e all'accelerazione dirette secondo l'asse corporeo, verso l'alto.

Sicurezza dinamica:

$$(P/g) (v^2/Rv) < P/a \quad \text{da cui} \quad Rv > a/g * v^2$$

con $P = 50$ kg ed $a = 20 \div 100$.

Sicurezza psicofisiologica:

$$v^2/Rv < av$$

$$av < 0,2 \text{ m/s}^2$$

da cui $Rv > 5 v^2$ con v espressa in m/s.

Si riportano di seguito i valori delle pendenze massime e i valori minimi dei raccordi verticali utilizzati:

TRATTO	PROGRESSIVE	SEZIONE TIPO	PENDENZE MASSIME	RAGGIO VERTICALE min (metri)
Asse Nord - Sud	Intero tratto	C1	7%	325
Asse Ovest - Est	Intero tratto	C1	6.09%	500
Asse Est - Ovest	Intero tratto	C1	5%	500
Adeguamento SS12	Intero tratto	C2	2.79%	2500
Cavalcaferrovia Lucca-Firenze	Intero tratto	F1	7%	485
Opera connessa	Intero tratto	C1	2%	800
Circonvallazione di Altopascio	Intero tratto	C1	3.02%	1000

B.4 SEZIONE TIPO

Si riportano di seguito le sezioni tipo previste per gli assi principali del Sistema Tangenziale di Lucca secondo le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del D.M. 6792/2001 e s.m.i..

Esse si differenziano nel seguente modo:

- **per l'asse Nord-Sud, l'asse Ovest-Est, l'asse Est-Ovest, l'opera connessa, la circonvallazione di Altopascio**
 - **C1**, strada extraurbana secondaria con velocità di progetto Vp compresa tra 60÷100 km/h;
- **per il cavalcaferrovia Lucca-Firenze e i 3 nuovi cavalcavia autostradali della A11**
 - **F1**, strada extraurbana locale con velocità di progetto Vp compresa tra 40÷100 km/h;
- **per l'Adeguamento SS12**
 - **C2**, strada extraurbana secondaria con velocità di progetto Vp compresa tra 60÷100 km/h.

Si riporta di seguito un approfondimento delle tipologie di sezioni trasversali utilizzate per gli assi principali.

B.4.1 SEZIONE TIPO C1

La sezione tipo C1 "strada extraurbana secondaria" scelta come riportato nelle figure seguenti presenta una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m e velocità di progetto compresa tra 60÷100 Km/h.

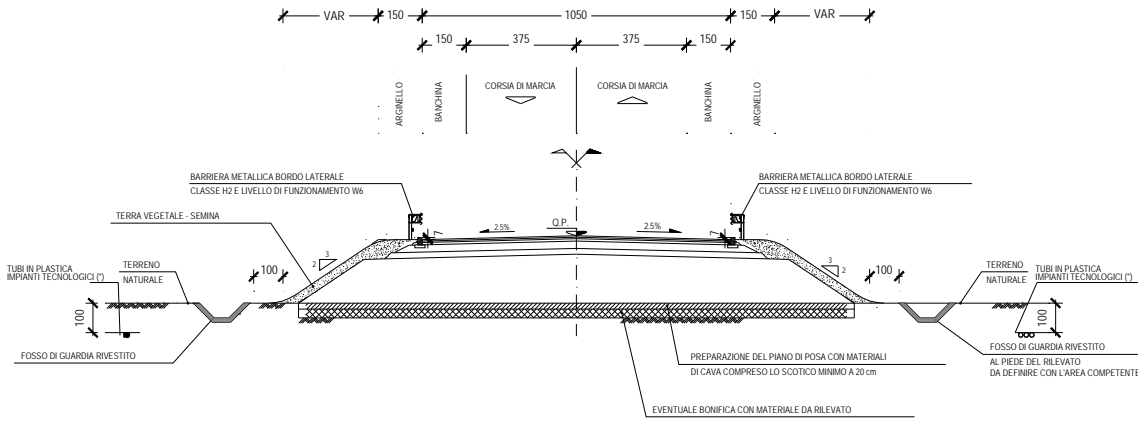
Gli elementi marginali sono costituiti da un arginello di 1.5 m in rilevato e a mezza costa, in quest'ultima è presente anche una cunetta in c.a. alla francese di 1 m.

Le barriere metalliche di protezione laterale a bordo rilevato sono di classe H2 e livello di funzionamento W6 (ai sensi del D.M. n.223 del 18/02/1992 aggiornato con il D.M. del 21/06/2004).

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

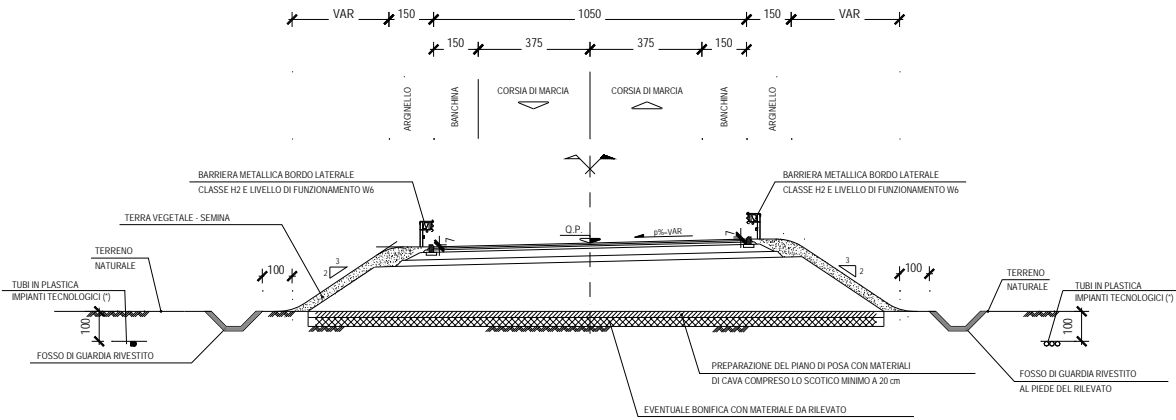
SEZIONE TIPO C1 IN RILEVATO (PER H<5.00 m) - IN RETTIFILLO

1:100



SEZIONE TIPO C1 IN RILEVATO (PER H<5.00 m) - IN CURVA

1:100



SEZIONE TIPO C1 IN RILEVATO (PER H>5.00 m) - IN CURVA

1:100

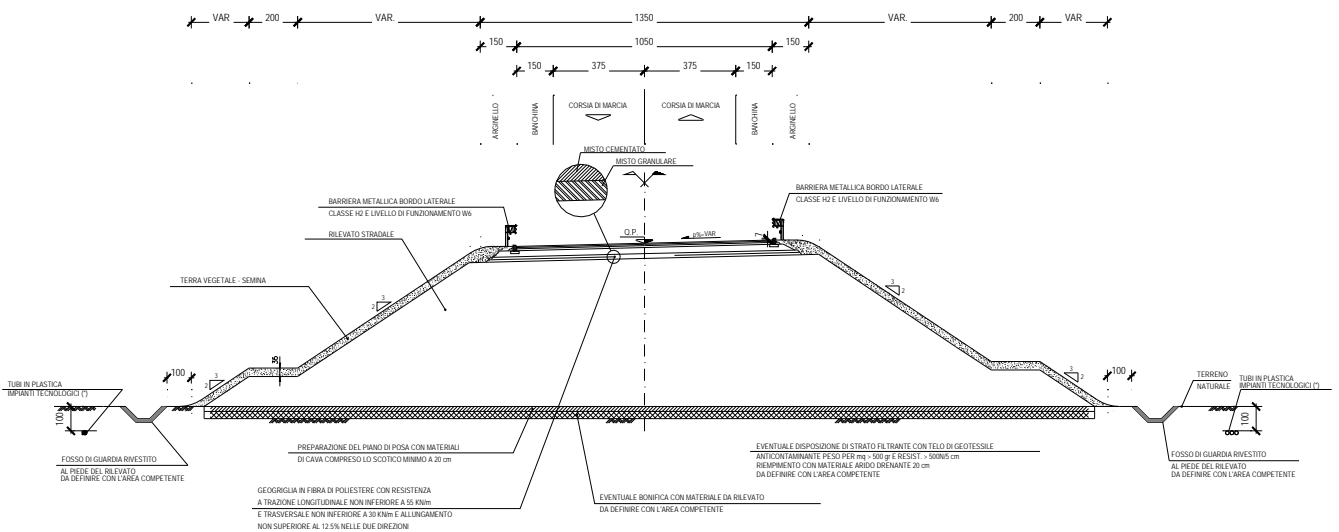


Fig. B.4.1.1 – Esempio di sezione di tipo C1 in rilevato.

SEZIONE TIPO C1 IN SCAVO - IN CURVA

1:100

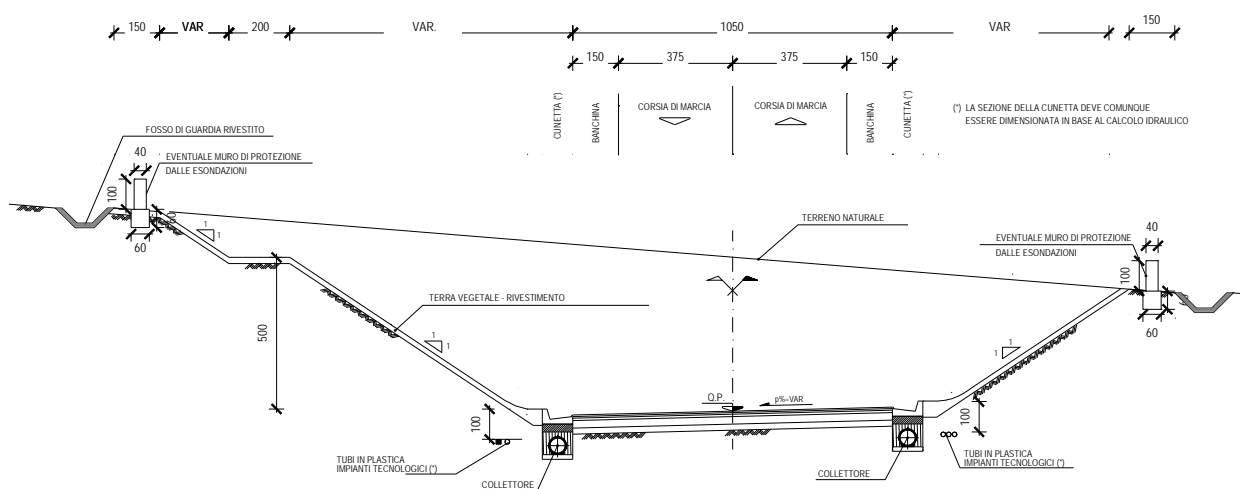


Fig. B.4.1.2 – Esempio di sezione di tipo C1 in scavo.

SEZIONE TIPO C1 A MEZZA COSTA

1:100

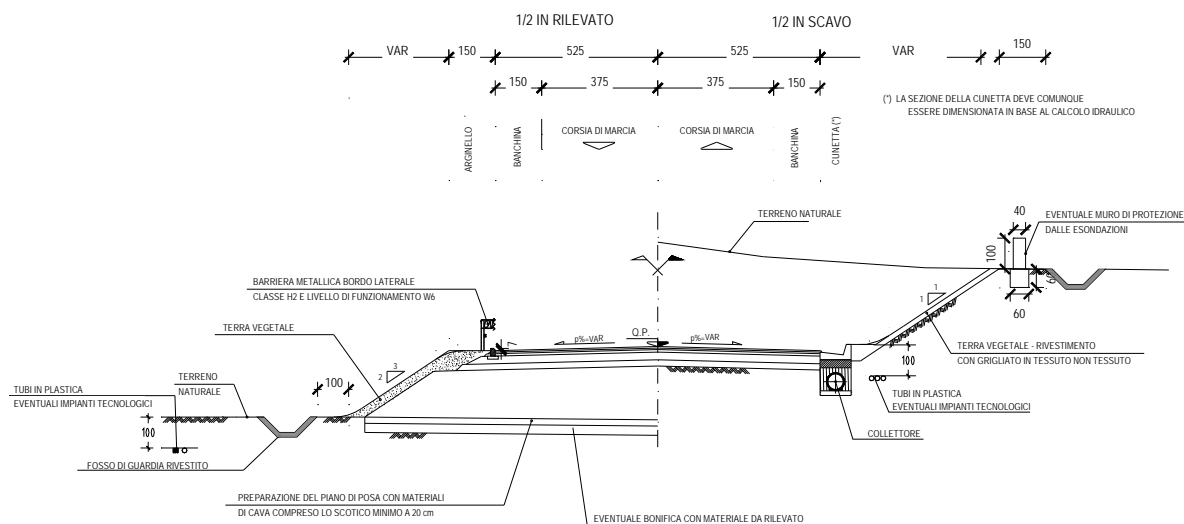


Fig. B.4.1.3 – Esempio di sezione di tipo C1 a mezza costa.

Per la tipologia costruttiva in viadotto è prevista una sezione trasversale di tipo C1, caratterizzata da una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m e velocità di progetto compresa tra 60÷100 Km/h.

Gli elementi marginali sono costituiti da un parapetto di protezione esterna e barriere metalliche di protezione laterale di classe H4 e livello di funzionamento W6 (ai sensi del D.M. n.223 del 18/02/1992 aggiornato con il D.M. del 21/06/2004).

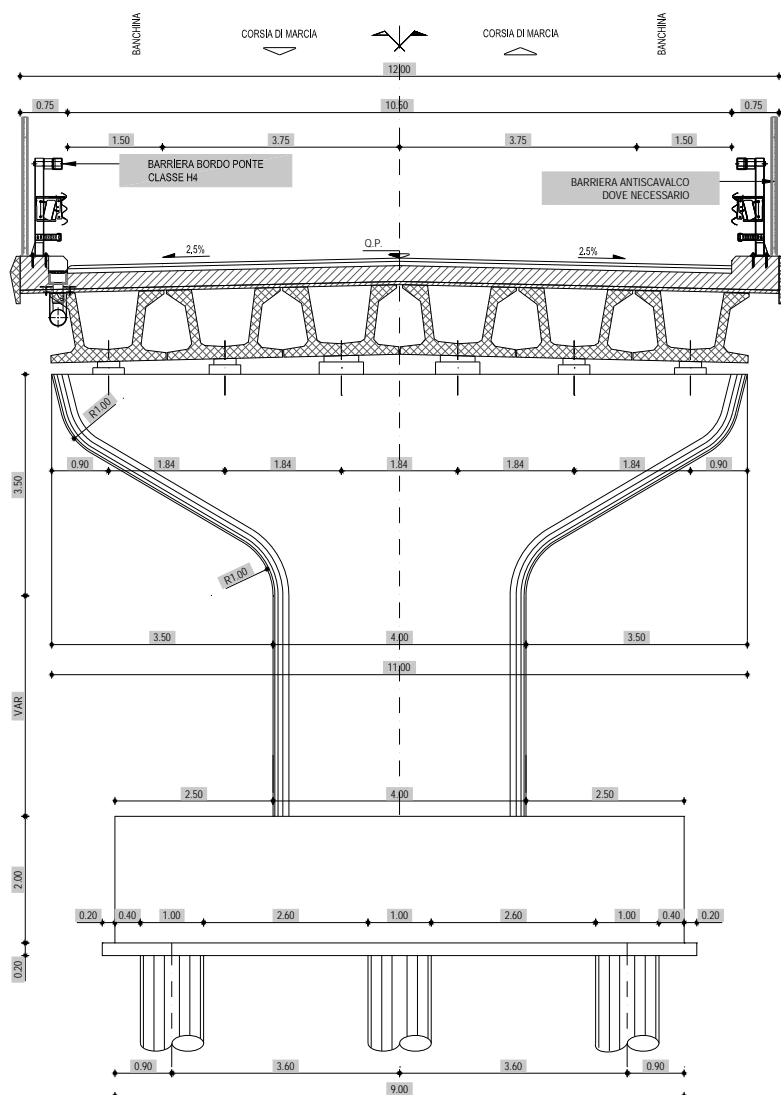


Fig. B.4.1.4 – Esempio di sezione di tipo C1 in viadotto (per campate L= 25 m) e in rettilo.

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

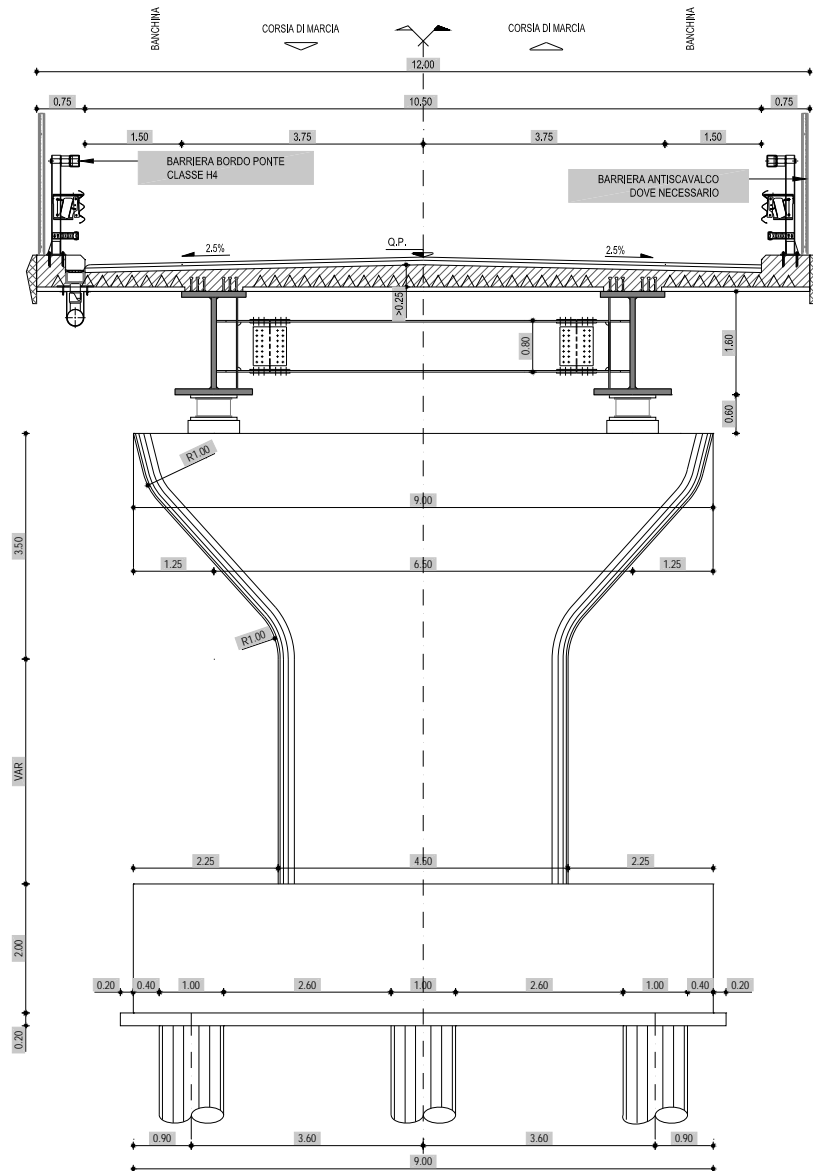


Fig. B.4.1.5 – Esempio di sezione di tipo C1 in viadotto (per campate L= 35 m) e in rettilo.

In corrispondenza del Sottopasso Nottolini (Asse Ovest-est) è prevista una galleria artificiale con una sezione trasversale di tipo C1, caratterizzata da una corsia da 3,75 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,5 m per una larghezza totale di 10,50 m e velocità di progetto compresa tra 60÷100 Km/h.

Gli elementi marginali sono costituiti da barriere di tipo new jersey "zoppi" in entrambi i lati.

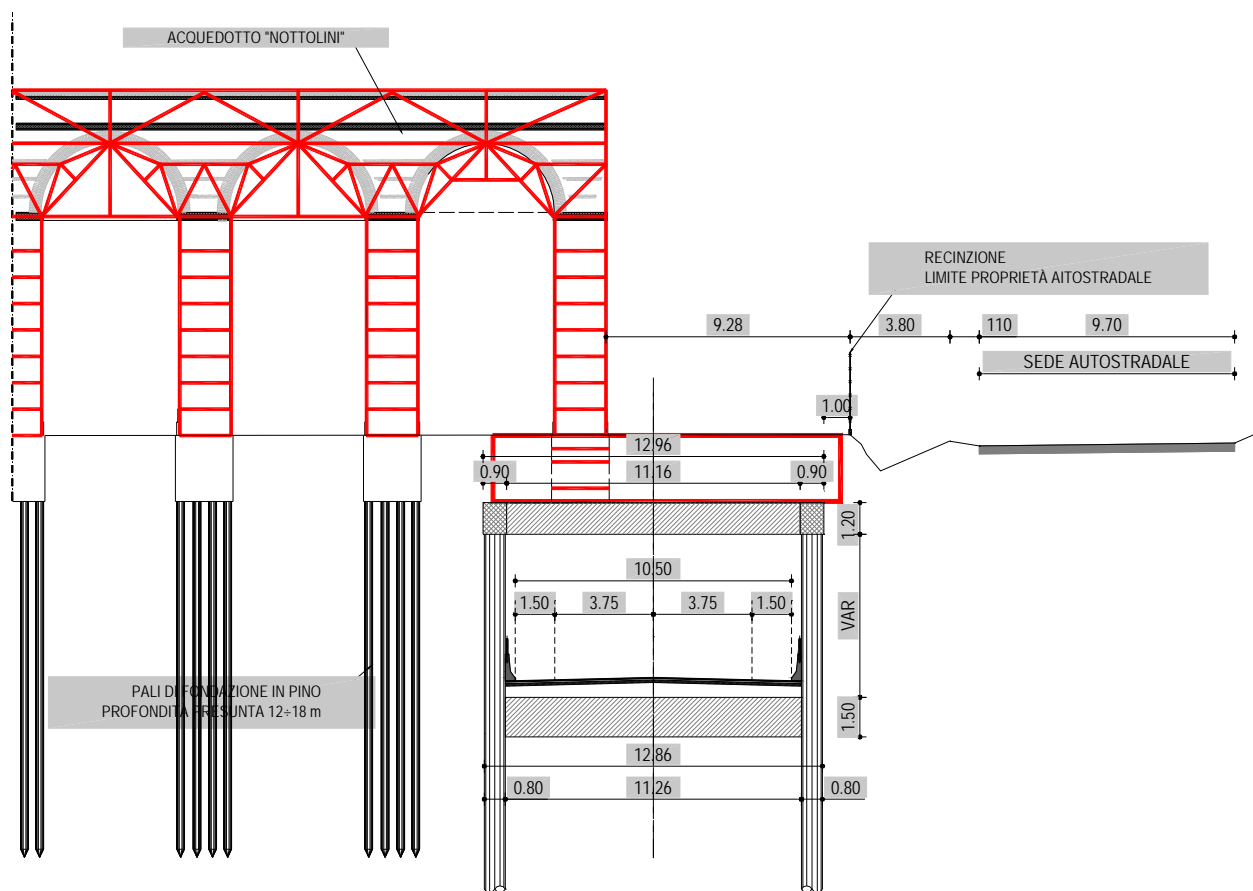


Fig. B.4.1.6 – Esempio di sezione di tipo C1 in galleria artificiale.

B.4.2 SEZIONE TIPO C2

La sezione tipo C2 "strada extraurbana secondaria", con velocità di progetto V_p compresa tra 60÷100 km/h, caratterizzata da un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia da 3,50 m e banchina laterale da 1,25 m per una larghezza totale di 9,50 m è stata adottata soltanto per l'Adeguamento della SS12. In tale sezione è previsto l'inserimento di un muro in destra con conseguente risagomatura dell'argine del fiume Serchio.

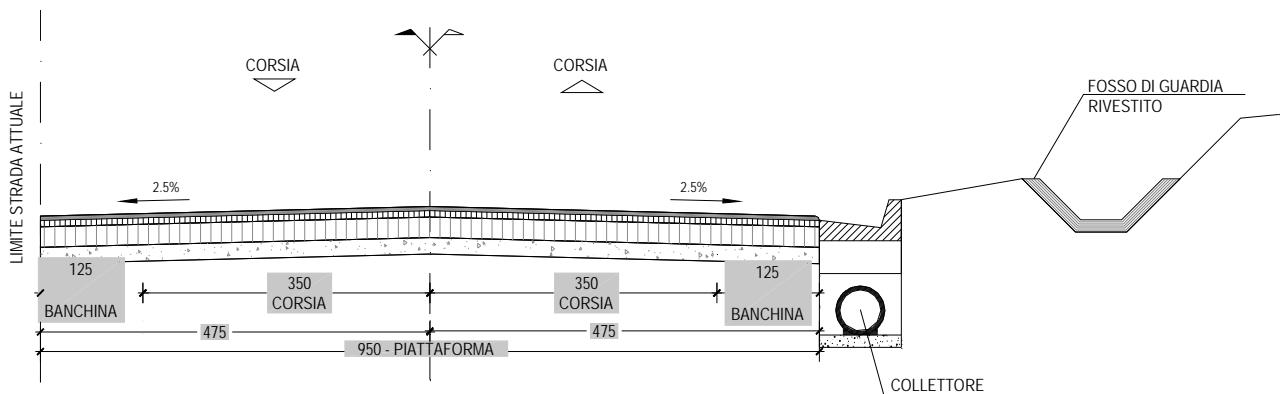


Fig. B.4.2.1 – Sezione di tipo C2 per l'Adeguamento della SS12 alla progr. 3+050 in rettilineo.

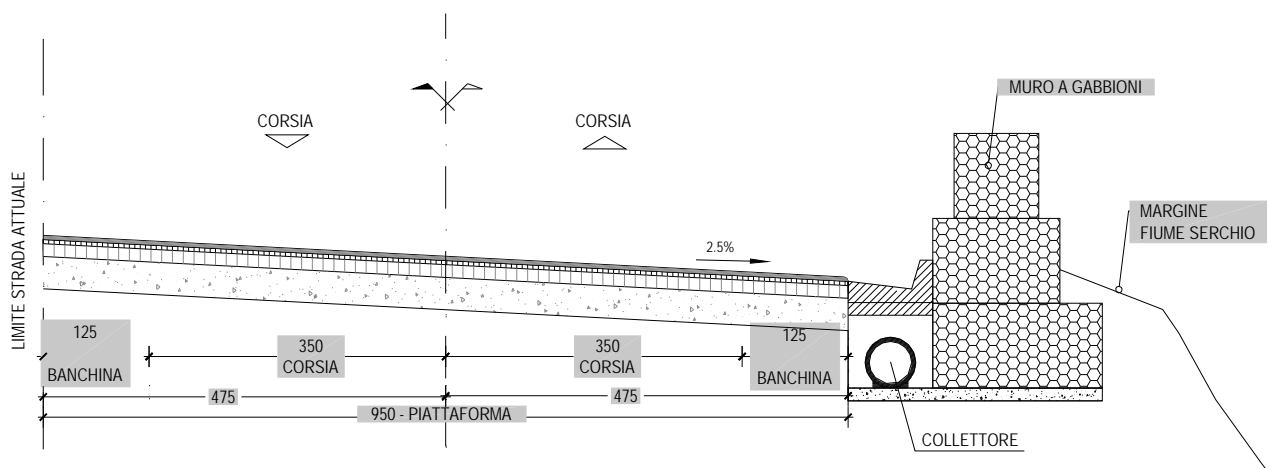


Fig. B.4.2.2 – Sezione di tipo C2 per l’Adeguamento della SS12 alla progr. 0+200 in rettilineo con muro di sostegno.

L’elemento marginale è costituito da una cunetta in c.a. alla francese di 1m.

Dato che il tracciato dell’Adeguamento della SS12 si sviluppa interamente a quota terreno non sono previste barriere metalliche di protezione laterale.

B.4.3 SEZIONE TIPO F1

La sezione tipo F1 “strada extraurbana locale” con velocità di progetto V_p compresa tra 40÷100 km/h, con una corsia da 3,50 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,0 m per una larghezza totale di 9,0 m, è stata adottata per il Cavalcaferrovia Lucca-Firenze, per i 3 nuovi cavalcavia autostradali posti sull’Asse Ovest-est.

Le barriere metalliche di protezione laterale a bordo rilevato sono di classe H2 e livello di funzionamento W6 (ai sensi del D.M. n.223 del 18/02/1992 aggiornato con il D.M. del 21/06/2004).

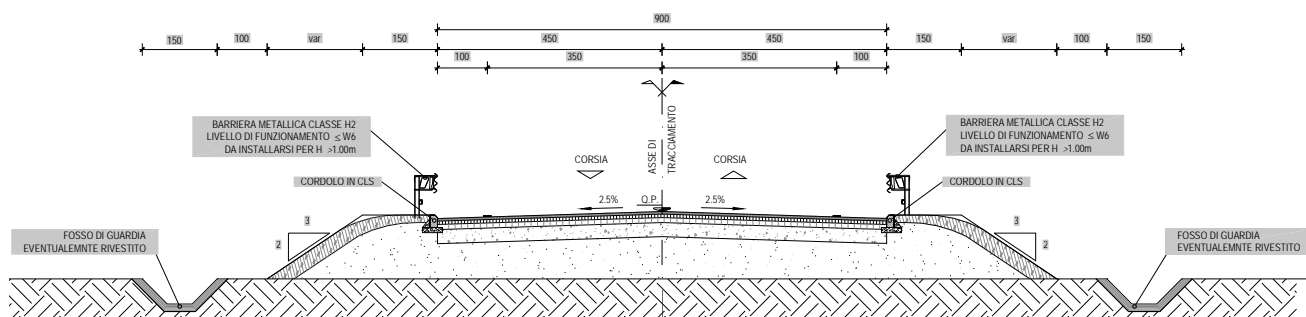


Fig. B.4.3.1 – Esempio di sezione di tipo F1 in rilevato e in rettilineo.

Anche per la sezione di tipo F1 è prevista una tipologia costruttiva in viadotto, caratterizzata da una corsia da 3,50 m per senso di marcia, banchina laterale da 1,0 m per una larghezza totale di 9,0 m e velocità di progetto compresa tra 40÷100 Km/h.

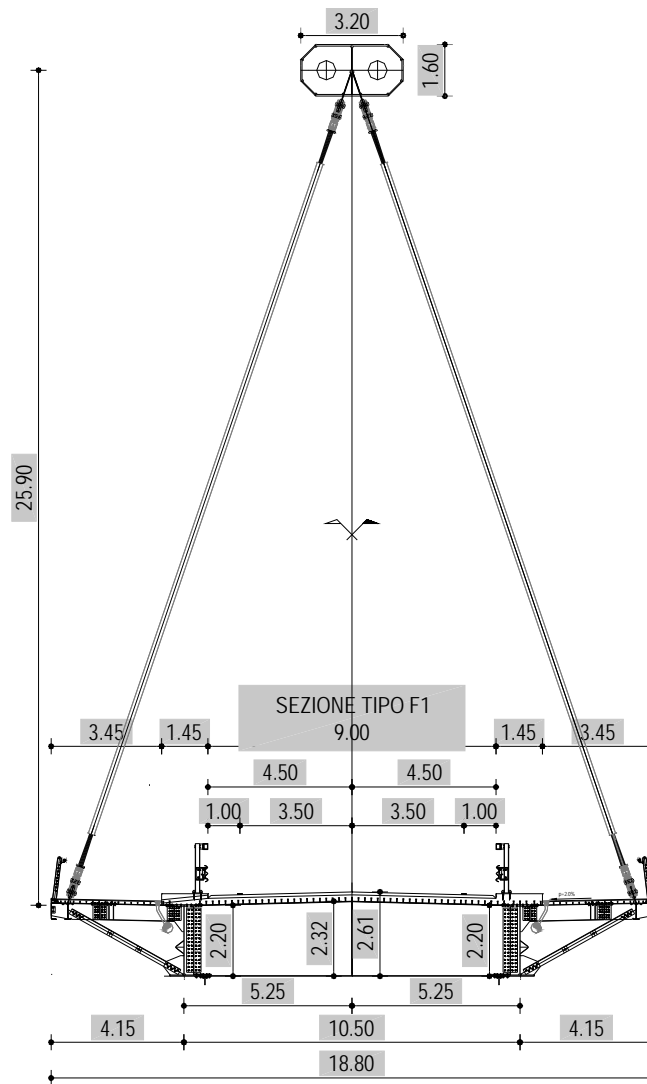


Fig. B.4.3.2 – Esempio di sezione di tipo F1 in viadotto e in rettilo.

Gli elementi marginali sono costituiti da un marciapiede in entrambi i lati di 3,45 m, da parapetto di protezione esterna e barriere metalliche di protezione laterale di classe H4 e livello di funzionamento W6 (ai sensi del D.M. n.223 del 18/02/1992 aggiornato con il D.M. del 21/06/2004).

B.5 LE INTERSEZIONI

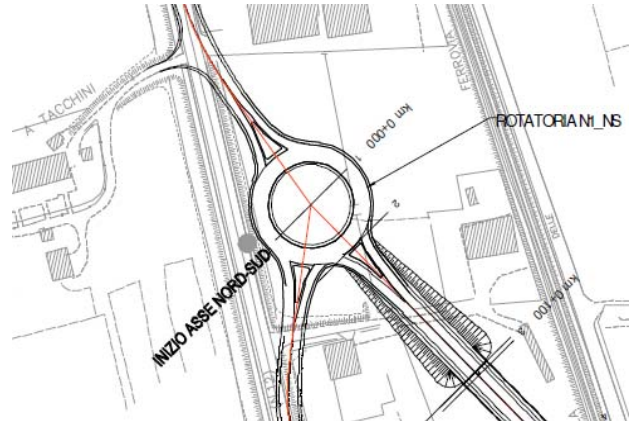
Lungo l'intero Sistema Tangenziale sono presenti n.18 intersezioni a raso (n.12 di tipo a rotatoria, n.1 di tipo a T, n.3 intersezioni a raso con la possibilità di sola svolta a destra e n.2 intersezioni a raso comprendenti rotatorie e rampe di collegamento a viabilità esistenti) progettate ai sensi del D.M. del 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni".

Tratto	Intersezione	Tipologia intersezione	Viabilità connessa con la nuova strada
Asse Nord-Sud	Rotatoria n°1	Rotatoria a 3 bracci	Adeguamento S.S.12
	Rotatoria n°2	Rotatoria a 4 bracci	Via delle Ville
	Rotatoria n°3	Rotatoria a 4 bracci	Via Pesciatina
Intersezione a raso di Lucca Est	Rotatorie e rampe	Intersezione a raso	Viale Europa, raccordo di collegamento tra il casello di Lucca Est e Lucca Ovest, Asse Ovest-Est
Asse Ovest-Est	Rotatoria n°1	Rotatoria a 3 bracci	S.c. di Mugnano
	Rotatoria n°2	Rotatoria a 5 bracci	Asse di scorrimento comunale previsto dal RU di Lucca Via del Marginone
	Intersezione	Intersezione a raso solo svolte a destra	Via del Marginone
Asse Est-Ovest	Rotatoria n°1	Rotatoria a 3 bracci	Futuro collegamento con nuova viabilità del comune di Capannori
	Intersezione	Intersezione a raso solo svolte a destra	Via di Paganico Via delle Capanne
	Intersezione	Intersezione a raso solo svolte a destra	Via Nuova di Paganico
Intersezione a raso Antraccoli	Rotatorie e rampe	Intersezione a raso	SP 23 Romana SP27 della Madonnina Asse Nord-Sud Asse Ovest-Est Asse Est-Ovest
Cavalcaferrovia Lucca-Firenze	Rotatoria n°1	Rotatoria a 4 bracci	S.c. di Mugnano
Opera Connessa	Rotatoria n°1	Rotatoria a 4 bracci	Via della Spada SP di Sottomonte
	Rotatoria n°2	Rotatoria a 3 bracci	Via di Sottomonte
	Rotatoria n°3	Rotatoria a 3 bracci	Via di Tiglio Via Tazio Nuvolari
	Rotatoria n°4	Rotatoria a 4 bracci	Via del Casalino
	Rotatoria n°5	Rotatoria a 3 bracci	Via lungo il Rogio Via Frizzone
Circonvallazione di Altopascio	Rotatoria n°1	Rotatoria a 4 bracci	Via Frizzone Circonvallazione di Altopascio Viabilità di collegamento dell'area industriale sottostante alla A11 (in progetto dalla Prov. di Lucca)
	Rotatoria n°2	Rotatoria a 3 bracci	Via di S. Lucia
	Rotatoria n°3	Rotatoria a 3 bracci	Via Leccio

B.5.1 LE INTERSEZIONI DELL'ASSE NORD-SUD

Rotatoria n°1 (progressiva 0+000)

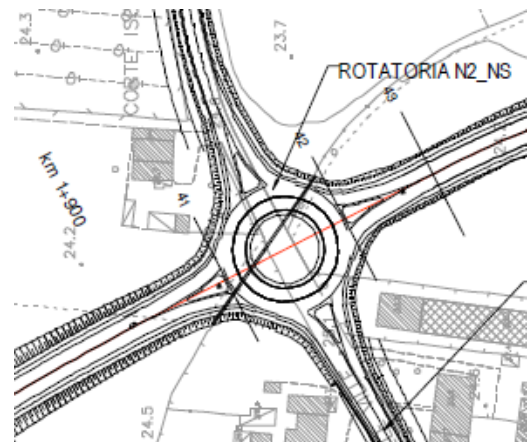
E' una rotatoria a 3 bracci in cui oltre a convergere il tratto di Adeguamento della S.S.12 inizia il tracciato dell'Asse Nord-sud. La presenza di vincoli di rilevante importanza quali l'adiacenza all'area golenale del Fiume Serchio, la linea ferroviaria Lucca - Aulla, la presenza di edifici, la necessità di garantire la progettazione del tracciato nel rispetto delle norme tecniche e funzionali delle strade, hanno di fatto determinato la posizione di tale intersezione.



Per non occupare l'area golenale del Fiume Serchio è stato necessario collocare la rotatoria a est dell'attuale S.S.12, in modo che con una curva in destra di raggio 250 m il tracciato dirigendosi verso sud si solleva rispetto alla quota terreno attraversando con un cavalcaferrovia la linea FS Lucca-Aulla. La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,25 m. Il raggio esterno della rotatoria è di 25 m.

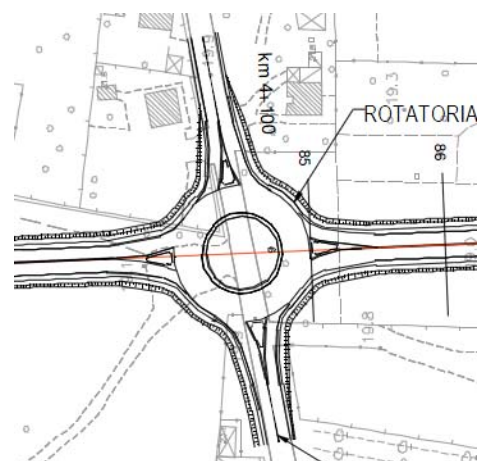
Rotatoria n°2 (progressiva 1+950)

E' la rotatoria di collegamento con Via delle Ville.
E' una rotatoria a 4 bracci in rilevato che occupa una porzione di territorio attualmente occupata da via delle Ville in loc. A. Bardotto. La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,00 m.
Il raggio esterno della rotatoria è di 21 m.



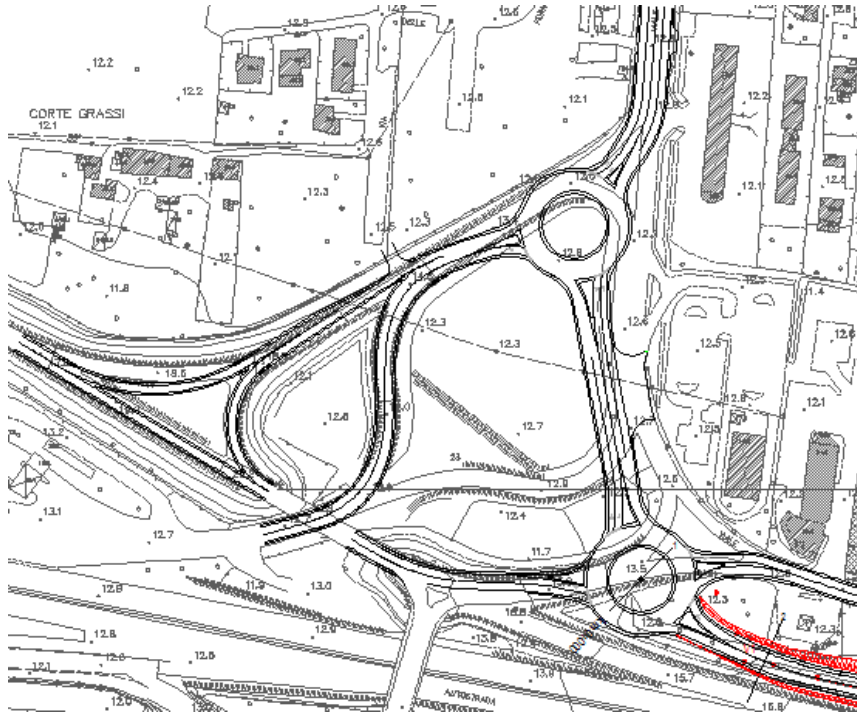
Rotatoria n°3 (progressiva 4+090)

E' la rotatoria di collegamento con Via Pesciatina.
E' una rotatoria a 4 bracci in piano che andrà ad occupare una porzione di territorio attualmente impegnata da via Pesciatina. La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,25 m.
Il raggio esterno della rotatoria è di 21 m.



B.5.2 L'INTERSEZIONE A RASO DI LUCCA EST

La nuova intersezione di Lucca Est, che garantisce il collegamento dell'asse Ovest-Est con viale Europa e il casello autostradale di Lucca Est, è un'intersezione a raso caratterizzata da due rotatorie e da una serie di rampe a doppia corsia (alcune delle quali adibite per la sola svolta a destra) di collegamento con l'asse di raccordo tra i caselli autostradali di Lucca Est e Lucca Ovest sulla A11.



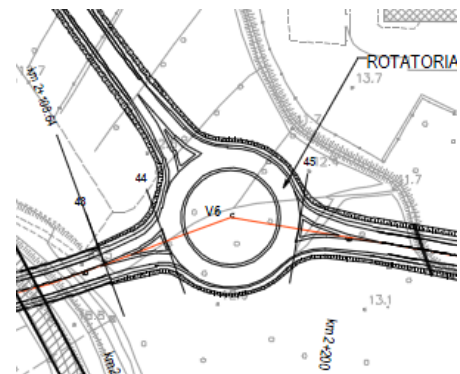
La rotatoria n.1, avente un raggio esterno di 25 m, è una rotatoria a 3 bracci con una sezione della rotatoria larga 9,0 m e banchina da 1,20 m. La rotatoria n.2, avente un raggio esterno di 25 m, è una rotatoria a 4 bracci con una sezione della rotatoria larga 9,0 m e banchina da 1,20 m.

B.5.3 LE INTERSEZIONI DELL'ASSE OVEST-EST

Rotatoria n°1 (progressiva 2+132)

E' la rotatoria di collegamento con la nuova viabilità locale prevista dal RU del comune di Lucca. E' una rotatoria posta in un'area compresa tra il canale Ozzoretto, un complesso industriale e l'autostrada stessa.

La rotatoria è a 3 bracci ed è in piano. La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,00 m. Il raggio esterno della rotatoria è di 25 m.

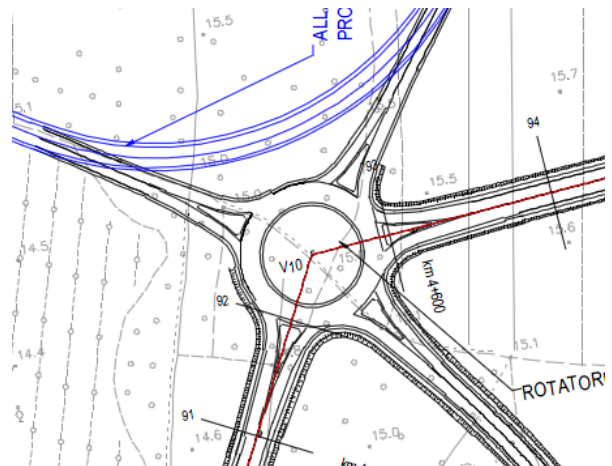


Rotatoria n°2 (progressiva 4+530)

E' una rotatoria posta in un'area attualmente priva di viabilità esistente. Attraverso una nuova bretella la rotatoria consentirà di collegare l'asse ovest-est con via del Marginone e due viabilità in progetto dal RU di Lucca.

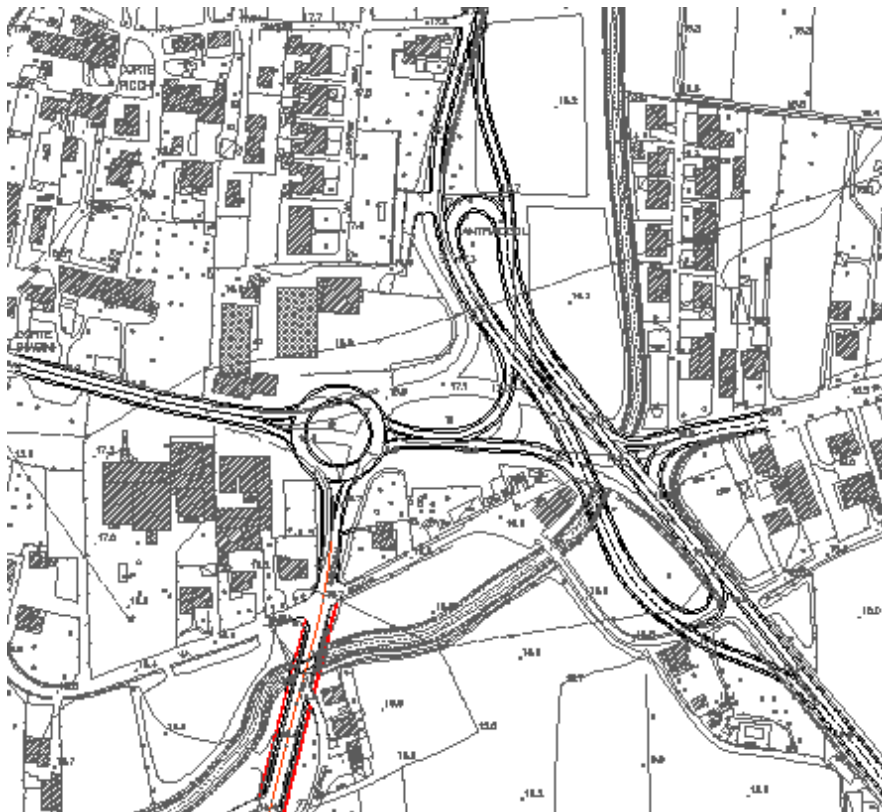
La rotatoria è a 5 bracci ed è in piano. La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,00 m.

Il raggio esterno della rotatoria è di 25 m.



B.5.4 L'INTERSEZIONE A RASO DI ANTRACCOLI

La nuova intersezione di Antraccoli presenta un nuovo assetto planimetrico caratterizzato da rampe, che hanno inizio immediatamente dopo la fine dell'Asse Nord-sud, e che si sviluppano in direzione nord-sud garantendo il collegamento diretto tra l'asse Nord-Sud e l'asse Est-Ovest. E' prevista, altresì, un'intersezione a T per le sole svolte a destra sulla SP23 Romana e una rotatoria a 3 bracci di collegamento con la SP23 Romana e la SP27 della Madonnina, avente un raggio di 25 m con ingressi a singola corsia di larghezza 3,5m.



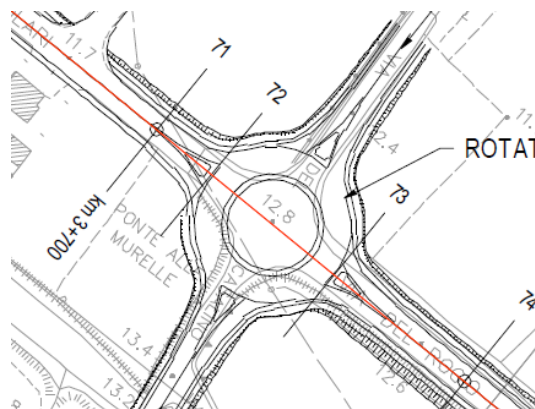
Rotatoria n°4 (progressiva 3+717)

E' la rotatoria posta in corrispondenza dell'attuale intersezione tra via Tazio Nuvolari, via del Rogio e via del Casalino.

La rotatoria è a 4 bracci ed è in piano.

La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,20 m.

Il raggio esterno della rotatoria è di 20 m.



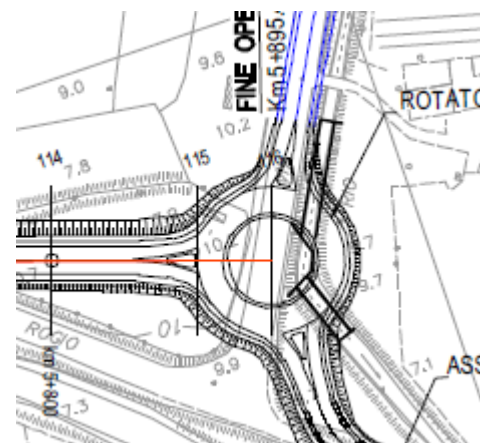
Rotatoria n°5 (progressiva 5+839)

E' la rotatoria di collegamento tra via del Rogio e via Frizzone.

La rotatoria è a 3 bracci ed è in rilevato.

La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,20 m.

Il raggio esterno della rotatoria è di 20 m.

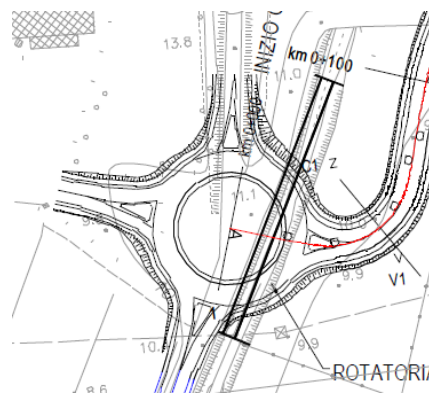


B.5.7 LE INTERSEZIONI CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO

Rotatoria n°1 (progressiva 0+000)

E' la rotatoria in cui converge via Frizzone e una futura viabilità prevista dal comune di Capannori.

La rotatoria è a 4 bracci ed è in rilevato. La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,30 m. Il raggio esterno della rotatoria è di 25 m.

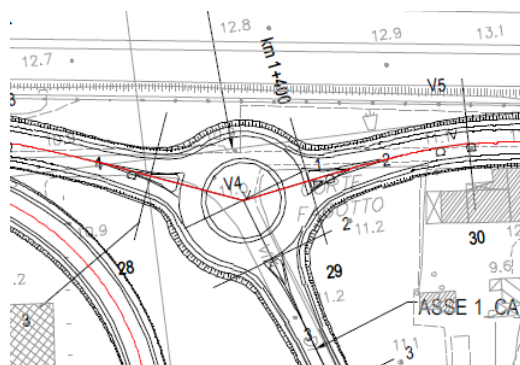


Rotatoria n°2 (progressiva 1+375)

E' la rotatoria in cui converge via di Santa Lucia.

La rotatoria è a 3 bracci ed è in rilevato.

La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,20 m. Il raggio esterno della rotatoria è di 20 m.



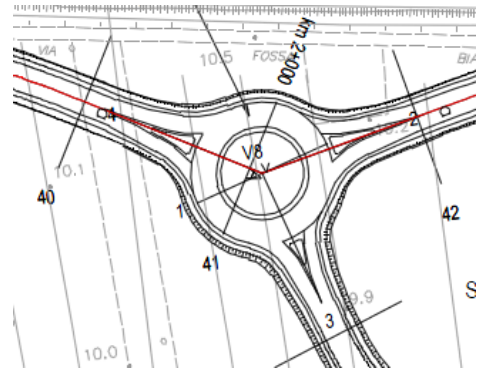
Rotatoria n°3 (progressiva 2+000)

E' la rotatoria che permette il collegamento con via Leccio.

La rotatoria è a 3 bracci ed è in piano.

La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 7,0 m e banchina da 1,30 m.

Il raggio esterno della rotatoria è di 20 m.



B.5.8 LE INTERSEZIONI DEL CAVALCAFERROVIA LUCCA-FIRENZE

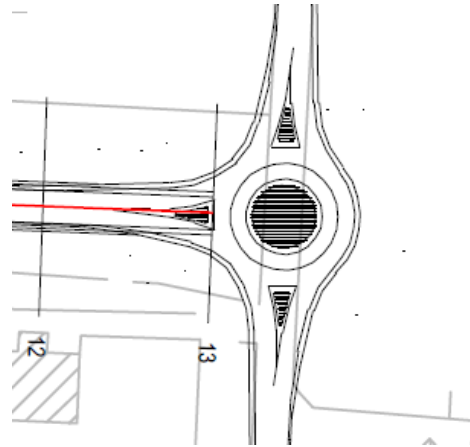
Rotatoria n°1 (progressiva 0+581)

E' una rotatoria a 3 bracci che permette il collegamento del cavalcavia Lucca-Firenze con via Mugnano.

La rotatoria è a 3 bracci ed è in piano.

La sezione della rotatoria prevede un'unica corsia larga 6,0 m e banchina da 1,0 m.

Il raggio esterno della rotatoria è di 13 m.



B.6 OPERE D'ARTE MAGGIORI E MINORI

OPERE D'ARTE DELL'ASSE NORD-SUD

L'Asse Nord-Sud, si innesta con una rotatoria all'adeguamento della S.S. 12 a Nord della località C.te Ceppetò. Dirigendosi verso sud, si alza subito rispetto alla quota del terreno per risolvere l'intersezione con la linea ferroviaria ad unico binario Lucca - Aulla e dell'adiacente via Lungo la ferrovia prima. Il superamento delle interferenze avviene con un cavalcaferrovia di 6 campate, per una lunghezza totale di campate $5 \times 35.00 + 1 \times 40.00 = 215.00$ m, posto tra il km 0+094.08 ed il km 0+309.08. Sarà realizzato con 2 spalle e 5 pile centrali su pali ed un impalcato composto da 2 travi in acciaio di altezza 1.60 m, aventi interasse tra loro di 6.50 m. Al di sotto di questo cavalcavia viene deviata via delle Piagge II, la quale viene ricucita con via Lungo la ferrovia prima. Proseguendo verso sud, il tracciato intercetta via per Marlia e via dell'Acqua calda. Detta interferenza viene superata con un cavalcavia di 7 campate, per una lunghezza totale di $1 \times 30.00 + 6 \times 35.00 = 240.00$ m, posto tra il km 0+824.81 ed il km 1+064.81. Sarà realizzato con 2 spalle e 6 pile centrali su pali ed un impalcato composto da 2 travi in acciaio di altezza 1.60 m, aventi interasse tra loro di 6.50 m.

All'altezza del km 1+500 circa e km 3+144, il tracciato interferisce rispettivamente con via Tognetti e via dei Coselli. Dette vie vengono sovrappassate con uno scatolare gettato in opera con sezione di dimensioni nette interne di 10.00m x 6.50m, per uno sviluppo lineare di circa 20.00m.

In sintesi le opere d'arte maggiori dell'asse Nord-Sud sono:

OPERA D'ARTE NOME	TIPO	LUNGHEZZA	PROGRESSIVA	
			INIZIO	FINE
Cavalcaferrovia Lucca -Aulla	Cavalcaferrovia in acciaio-cls Campate 5 x 35.00 m + 1 x 40.00 m	215.00	0+094.08	0+309.08
Cavalcavia dell'Acqua calda	Cavalcavia in acciaio-cls Campate 1 x 30.00 m + 6 x 35.00 m	240.00	0+824.81	1+064.81
Sottopasso via Tognetti	Scatolare in c.a. 10.00 x 6.50	10.00x6.50	1+500	
Sottopasso via Coselli	Scatolare in c.a. 10.00 x 6.50	10.00x6.50	3+144	

OPERE D'ARTE DELL'ASSE OVEST-EST

L'asse Ovest-Est ha inizio dallo svincolo di Lucca Est, al km 0+222 circa la strada di progetto interseca Viale San Concordio, tale interferenza è risolta salendo con la livelletta del tracciato fino alla quota dell'Autostrada A11 esistente e portandosi parallela a questa in modo da realizzare un

ponete in continuità con quello esistente; il ponte sarà realizzato con due spalle su pali ed un impalcato composto da travi prefabbricate in c.a.p. a cassoncino di altezza 1.10 m, aventi interasse tra loro di 1.84 m, accostate con l'ala inferiore tale da dare una continuità visiva all'intradosso dell'impalcato stesso, ed interasse appoggi 25.00 m.

In corrispondenza delle prog.ve km 0+833, km 1+750 e km 2+075 il tracciato di progetto interferisce con 3 cavalcavia autostradali che verranno demoliti e ricostruiti con impalcato in acciaio-clc, i primi due sono composti da 3 campate per un totale di 105.00 m, l'ultimo cavalcavia è composto da 4 campate per una lunghezza totale di 125.00 m.

Al km 1+400 circa la strada di progetto interferisce con l'Acquedotto Nottolini. Tale interferenza viene risolta con un sottopasso realizzato con due paratie di pali secanti paralleli e di diametro di 80 cm, da un tappo di fondo impermeabile di spessore totale di 2.00 m e da un solettone superiore di 1.20 m, la lunghezza del sottopasso è di 350 m circa. Agli imbocchi del sottopasso vi sono due coppie di muri, di lunghezza pari a 440.20 m lato Ovest e 515.50 m lato Est.

Al km 2+935 circa un ponte di luce 40.00 m sulla strada di progetto risolve l'intersezione con il canale Ozzoretto; la struttura del ponte sarà realizzata con 2 spalle su pali ed un impalcato composto da 2 travi in acciaio di altezza 1.60 m, aventi interasse tra loro di 6.50 m.

Dal km 3+716.76 al km 4+241.76 un viadotto sulla strada di progetto di 15 campate, per una lunghezza totale di $4 \times 30.00 + 7 \times 35.00 + 4 \times 40.00 = 525.00$ m, risolve l'intersezione con la ferrovia Lucca-Pistoia-Firenze, il canale Ozzoretto e la S.S. 439 Sarzanese Valdera.

Il viadotto sarà realizzato con 2 spalle e 14 pile centrali su pali ed un impalcato composto da 2 travi in acciaio di altezza 1.60 m, aventi interasse tra loro di 6.50 m.

In sintesi le opere d'arte maggiori dell'asse Ovest-Est sono:

OPERA D'ARTE NOME	TIPO	LUNGHEZZA	PROGRESSIVA	
			INIZIO	FINE
Ponte Via San Concordio	Cavalcavia in c.a.p. Campate 1 x 25.00 m	25.00	0+210.90	0+235.90
Sottopasso Acquedotto Nottolini	Scatolare in c.a.	35.00	1+243.21	1+593.17
Ponte Canale Ozzoretto	Cavalcavia in acciaio-clc Campate 1 x 40.00 m	40.00	2+915.22	2+955.22
Viadotto Canale Ozzoretto	Cavalcavia in acciaio-clc Campate 4 x 30.00 m + 7 x 35.00 m + 4 x 40.00 m	525.00	3+716.76	4+241.76
Nuovo cavalcavia via Sorbanò del Giudice	Cavalcavia in acciaio-clc Campate 2 x 32.50m + 1 x 40.00m	105.00	0+833	
Nuovo cavalcavia via delle Cave	Cavalcavia in acciaio-clc Campate 2 x 32.50m + 1 x 40.00m	105.00	1+750	

OPERA D'ARTE	TIPO	LUNGHEZZA	PROGRESSIVA	
NOME			INIZIO	FINE
Nuovo cavalcavia via Sorbano del Vescovo	Cavalcavia in acciaio-clt Campate 2 x 27.50 m +1 x 30.00 m + 1 x 40.00 m	125.00	2+075	

OPERE D'ARTE DELL'ASSE EST- OVEST

L'asse Est- Ovest ha inizio dallo svincolo di Antraccoli e termina in prossimità dello svincolo di Capannori.

Dal km 3+835.95 al km 4+115.95 un cavalcaferrovia sulla strada di progetto di 8 campate da 35.00 m l'una, per una lunghezza totale di $8 \times 35.00 = 280.00$ m, risolve l'intersezione con la ferrovia Lucca-Pistoia-Firenze. Esso sarà realizzato con 2 spalle e 7 pile centrali su pali ed ed un impalcato composto da 2 travi in acciaio di altezza 1.60 m, aventi interasse tra loro di 6.50 m.

In sintesi le opere d'arte maggiori dell'asse Est-Ovest sono:

OPERA D'ARTE	TIPO	LUNGHEZZA	PROGRESSIVA	
NOME			INIZIO	FINE
Cavalcaferrovia Frizzone	Cavalcaferrovia in acciaio-clt Campate 8 x 35.00 m	280.00	3+835.95	4+115.95

OPERE D'ARTE DELLA CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO

La Circonvallazione di Altopascio ha inizio a Sud dello Casello di Capannori e si sviluppa verso Est inizialmente parallelamente all'autostrada A11, interferendo con i 3 cavalcavia autostradali presenti. Tutte le interferenze verranno risolte con sottopassi scatolari, di dimensioni nette interne 13.50 m x 6.00 m; è previsto di realizzare gli scatolari mediante la tecnica dello spingitubo.

In sintesi le opere d'arte maggiori della Circonvallazione di Altopascio sono:

OPERA D'ARTE	TIPO	LUNGHEZZA	PROGRESSIVA	
NOME			INIZIO	FINE
Sottopasso su cavalcavia autostradale n. 1	Scatolare in c.a. 13.50 x 6.00	13.50x6.00	1+550	
Sottopasso su cavalcavia autostradale n. 2	Scatolare in c.a. 13.50 x 6.00	13.50x6.00	2+200	
Sottopasso su cavalcavia autostradale n. 3	Scatolare in c.a. 13.50 x 6.00	13.50x6.00	3+675	

Lungo il tracciato è previsto anche l'inserimento di tombini circolari e scatolari:

Asse NORD - SUD

N°	Progressiva	Opere minori	Dimensioni
t1	0+675	Tombino circolare.	Φ =1000 mm
t2	0+700	Tombino circolare.	Φ =1000 mm
t3	0+750	Tombino circolare.	Φ =1000 mm
t4	1+625	Tombino circolare.	Φ =1000 mm
t5	1+720	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t6	1+770	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t7	1+800	Tombino circolare.	Φ=1200 mm
t8	1+950	Tombino circolare.	Φ=1200 mm
t9	2+050	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t10	2+100	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t11	2+250	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t12	2+325	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t13	2+450	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t14	2+625	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t15	2+900	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t16	2+970	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t17	3+050	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t18	3+270	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t19	3+425	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t20	3+525	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t21	4+000	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t22	4+175	Tombino circolare.	Φ =1000 mm
t23	4+300	Tombino circolare.	Φ =1000 mm
t24	4+480	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t25	4+540	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t26	4+670	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t27	4+720	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t28	4+750	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t29	4+800	Tombino circolare.	Φ=1000 mm

Cavalcaferrovia LU-FI

N°	Progressiva	Opere minori	Dimensioni
t1	0+480	Tombino circolare.	Φ =1000 mm

Asse OVEST - EST

N°	Progressiva	Opere minori	Dimensioni
t1	2+230	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t2	2+350	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t3	2+450	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t4	3+290	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t5	3+400	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t6	3+600	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t7	4+650	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t8	4+670	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t9	4+850	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t10	4+900	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t11	4+950	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t12	5+000	Tombino circolare.	Φ=1000 mm

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

N°	Progressiva	Opere minori	Dimensioni
t13	5+020	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t14	5+180	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t15	5+220	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t16	5+250	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t17	5+280	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t18	5+325	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t19	5+350	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t20	5+500	Tombino circolare.	Φ=1000 mm

Asse EST - OVEST

N°	Progressiva	Opere minori	Dimensioni
t1	0+120	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t2	0+225	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t3	1+375	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t4	1+542	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t5	1+634	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t6	1+920	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t7	2+300	Tombino circolare.	Φ=1000 mm

OPERA CONNESSA

N°	Progressiva	Opere minori	Dimensioni
t1	0+000	Tombino circolare.	Φ=2000 mm
t2	0+840	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t3	0+875	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t4	1+000	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t5	1+060	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t6	1+275	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t7	1+425	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t8	2+800	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t9	2+825	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t10	3+020	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t11	3+050	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t12	3+130	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t13	4+550	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t14	4+780	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t15	4+840	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t16	5+025	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t17	5+550	Tombino circolare.	Φ=3000 mm

CIRCONVALLAZIONE ALTOPASCIO

N°	Progressiva	Opere minori	Dimensioni
t1	0+000	Tombino circolare.	Φ=2000 mm
t2	0+820	Tombino circolare.	Φ=1200 mm
t3	1+470	Tombino circolare.	Φ=2500 mm
t4	1+800	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t5	2+150	Tombino circolare.	Φ=3200 mm
t6	2+530	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t7	2+830	Tombino circolare.	Φ=2000 mm
t8	3+300	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t9	3+500	Tombino circolare.	Φ=1000 mm

T9.5	4+500	Tombino circolare.	Φ=1500 mm
t10	4+900	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t11	5+130	Tombino circolare.	Φ=1000 mm
t12	5+750	Tombino circolare.	Φ=2500 mm

B.6.1 INTERVENTI PER LA REALIZZAZIONE DEL SOTTOPASSO NOTTOLINI

Si riportano di seguito delle indicazioni di massima sugli interventi relativi alla realizzazione del sottopasso Nottolini, che potranno essere approfondite nelle successive fasi progettuali.

Al fine di eliminare l'interferenza del tracciato dell'Asse Ovest-Est con l'arcata di estremità dello storico Acquedotto Nottolini, attualmente dismesso, è stata ipotizzata la realizzazione di un tratto di strada di circa 1,3 km sotto il livello del terreno, in parte in galleria artificiale (350 m) realizzata con metodologia "cut and cover". La strada in progetto attraversa le fondazioni dell'arco di estremità, il cui sostegno dovrà essere realizzato prima delle fasi di scavo. La realizzazione della galleria artificiale dovrà prevedere l'adozione di tecnologie e metodologie di costruzione tali da preservare l'antico acquedotto Nottolini.

B.6.2 STATO DEI LUOGHI

La base di conoscenze sulla quale sono stati elaborati i criteri di progettazione e le soluzioni ipotizzate per l'intervento, sono state costruite attingendo da:

- fonti e documentazioni storiche;
- studi geologici ed idrogeologici;
- indagini geotecniche mirate, eseguite ad hoc;
- sopralluoghi e rilievi;
- informazioni ottenute dopo consultazioni con gli enti locali, (per esempio, presenza e caratteristiche di interferenze quali il nuovo acquedotto Nottolini).

Il quadro generale delineato ha consentito di determinare i dettagli, i limiti e le soluzioni più praticabili per la realizzazione dell'opera.

Nel seguito saranno riportati i risultati e le conclusioni derivati dagli studi menzionati.

Attualmente l'Acquedotto storico "Nottolini", sostanzialmente inalterato dal punto di vista architettonico (ad esclusione dell'interruzione operata per la costruzione dell'autostrada A11), non ha più la funzione originaria di fornire risorse idriche alla città di Lucca. Le fontane all'interno delle Mura di Lucca, che una volta erano alimentate dall'Acquedotto Nottolini, sono alimentate oggi da una moderna rete idrica interrata ai piedi del percorso del Nottolini, a partire dalle antiche fonti dei Monti Pisani.

B.6.2.1 DETTAGLI TECNICI RIPORTATI IN LETTERATURA

Fonti storiche riportano che l'acquedotto è costituito da 484 arcate per una lunghezza totale di circa 3260 metri, con archi a tutto sesto del diametro di circa 5 m poggianti su 455 pilastri di dimensioni in pianta pari a 1,7 m x 2,0 m; ogni 17 archi i pilastri presentano contrafforti (28 pilastri con contrafforti in totale) di dimensioni in pianta 3 m x 2,4 m. Queste notizie sono state verificate e precisate, per il sito di studio, da un rilievo accurato per gli scopi della progettazione del quale si dirà in seguito.

Alcune modifiche progettuali furono adottate in corso d'opera:

- l'innalzamento a 13 m dal piano campagna dell'altezza massima dell'acquedotto, per far sì che l'acqua giungesse al secondo piano del Palazzo Ducale;
- l'eliminazione della palificazione di pino sotto alcuni plinti di fondazione dei pilastri;
- la realizzazione di un contrafforte ogni 17 archi per interrompere la monotonia e aumentarne la stabilità.

Idraulicamente, il Nottolini storico, nella sua totalità, è costituito da due canali a pelo libero sostenuti da archi, i recipienti o tempietti all'estremità degli archi, il condotto sotterraneo che unisce le sorgenti con gli archi, il condotto forzato per l'alimentazione della rete cittadina.

B.6.2.2 RILIEVO DEGLI ARCHI IN PROSSIMITÀ DELL'INTERVENTO DI PROGETTO

Al fine di dettagliare e verificare le informazioni di carattere storico, è stata effettuata una ricognizione dei luoghi e dello stato di conservazione dell'opera ed un rilievo delle dimensioni principali delle strutture.

Mediante l'ausilio di fettuccia metrica, flessometro e distanziometro laser (Leica Disto Pro) munito di livella a bolla per i punti non accessibili, sono state verificate, in particolare, le misure:

- delle dimensioni in pianta del pilastro;
- della luce tra pilastri;
- dell'altezza libera all'intradosso degli archi;
- dell'altezza totale della struttura nella parte interessata dall'intervento;
- della posizione e dimensione del tombino del Nuovo Acquedotto Nottolini.

Il pilastro presenta tre riseghe di 3,4 e 5 cm poste a circa 1m, 0,5 m e 0m dal piano campagna rispettivamente, come illustrato nella figura riportata nel seguito. Le corrispondenti dimensioni in pianta differiscono da quelle riferite dalla letteratura di 20 – 30 cm.

Il rilievo delle fondazioni è stato dedotto dai risultati della campagna di indagini geotecniche appurando che in quel tratto la fondazione è costituita da pali di legno intestati nello strato delle ghiaie ubicato a 7-8m dal piano campagna.



Rilievo Larghezza del pilastro in pianta



Rilievo profondità del pilastro in pianta



Rilievo riseghe 3-4 e 5 cm



Luce netta tra i pilastri 5,08m



Rilievo posizione verticale delle riseghe 1,0m



Rilievo posizione verticale delle riseghe 0,5m



Rilievo posizione del tombino



Rilievo dimensioni del tombino

Rilievo dei particolari del pilastro

B.6.2.2 STATO DI CONSERVAZIONE DELL'ANTICO NOTTOLINI

Durante il sopralluogo è stato rilevato visivamente lo stato dei luoghi e dell'acquedotto nella parte interessata ai lavori. La zona presenta caratteri di degrado come documentato dalle foto effettuate durante il sopralluogo. In particolare, per le strutture le notevoli lesioni prodotte dalla decompressione successiva alla demolizione sono di entità piuttosto consistente tanto da richiedere interventi urgenti di consolidazione. Un esempio di consolidazione già eseguita è osservabile nel tronco residuo adiacente alla carreggiata Sud dell'autostrada.

Lo stato fessurativo dei due ultimi archi richiede che gli interventi di sostegno da mettere in opera prima di eseguire i lavori siano dimensionati generosamente per scongiurare ulteriori deformazioni o crolli e per garantire un livello di sicurezza adeguato durante l'esecuzione dei lavori.



Nottolini storico con accampamento abusivo.



Dettagli del pilastro



Fosso alla base dell'acquedotto con tubazione non segnalata.



Zona degradata adibita a discarica.



Lesioni in chiave dell'arco terminale



Lesioni nella parte terminale



Lesioni dell'arco adiacente al terminale



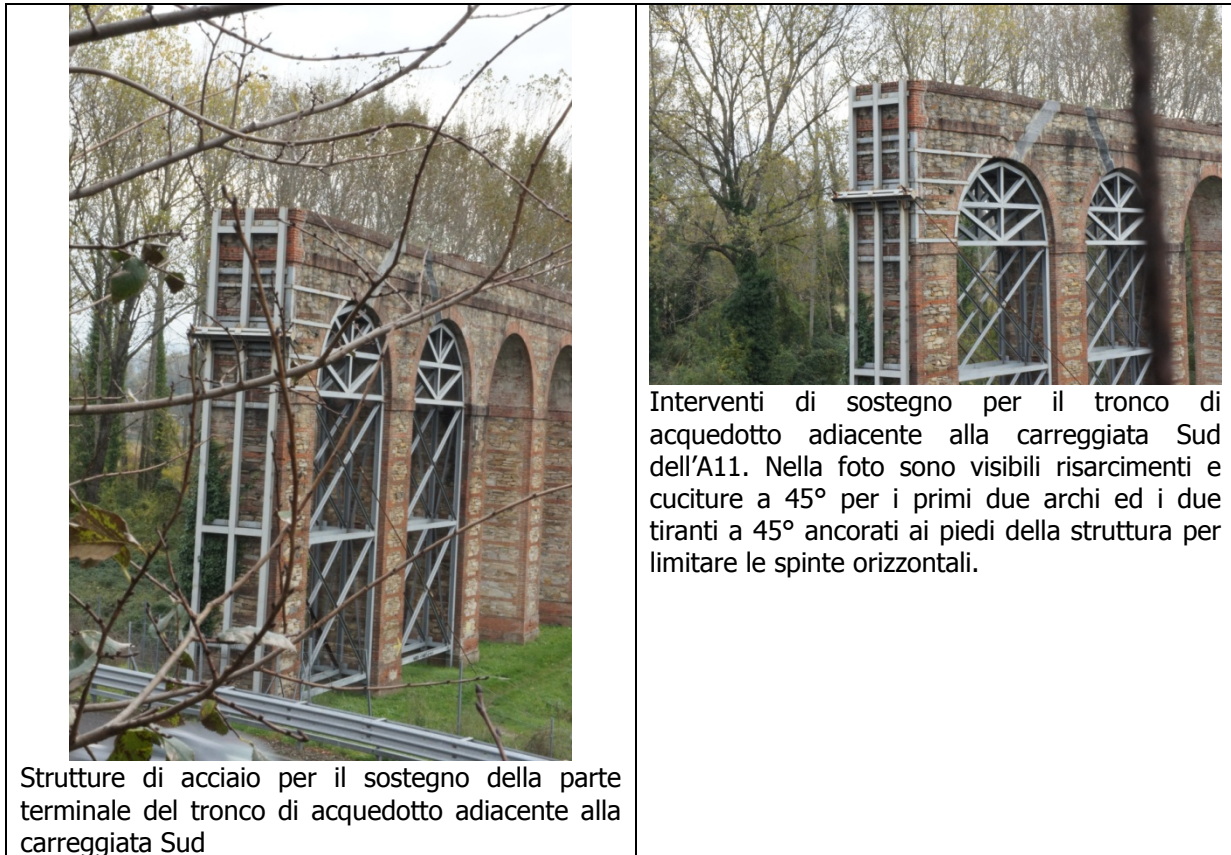
Arco terminale



Lesioni in chiave dell'arco terminale



Resti dell'arcata demolita (o crollata) adiacente alla parte terminale



B.6.3 INTERVENTI DI PROGETTO E FASI DI COSTRUZIONE

Gli interventi di progetto previsti, descritti nel seguito, sono riportati negli elaborati in scala 1:100 "Acquedotto Nottolini – Consolidamento strutturale – Fase 1÷6" allegate al progetto (T00VI00STDDI16-21A).

Fase 1

Durante la prima fase, per le considerazioni espresse nei precedenti paragrafi, si provvederà a rinforzare e fasciare le arcate con una struttura esterna di travi di acciaio. L'intervento sarà esteso alle tre arcate terminali. L'esatta consistenza dell'intervento (ad es. eventuali tiranti aggiuntivi per ridurre le spinte orizzontali o interventi supplementari in fondazione) potrà essere determinata nelle fasi di progetto seguenti.

Date le condizioni abbastanza precarie attuali in cui si trova la struttura, le nuove strutture fascianti e l'estensione dell'intervento sono state dimensionate secondo un criterio di estrema cautela sia per migliorare e garantire la staticità dell'opera sia per consentire un livello adeguato di sicurezza per le successive operazioni di costruzione.

Lo scopo dell'intervento è di evitare ulteriori possibili decompressioni negli elementi strutturali originari e di indurre possibilmente una piccola compressione.

Il principio seguito è stato quello di ottenere contatti il più possibile diffusi tra struttura originaria e la nuova ossatura metallica evitando le concentrazioni di tensione in pochi punti.

La fasciatura include l'intradosso degli archi.

Fase 2

La seconda fase, prevede lo spostamento provvisorio di un tratto del Nuovo Acquedotto Nottolini che corre ai piedi del Nottolini storico a circa 1,5m di profondità rispetto al piano campagna. Per deviare il nuovo Nottolini occorrerà realizzare due nuovi pozzetti che saranno riutilizzati per la sistemazione definitiva.

Lo spostamento provvisorio durerà per tutto il tempo necessario alla realizzazione delle paratie e del solettone di copertura e contrasto della galleria artificiale nel tratto interessato dal sostegno del pilastro dell'arcata di estremità.

Una volta completata la deviazione, il tratto di acquedotto del nuovo Nottolini sarà rimosso.

Fase 3

La terza fase prevede la realizzazione della paratia di pali nella parte immediatamente adiacente la parte terminale del Nottolini storico.

Durante tutta questa fase di lavorazione e anche per le successive si dovrà predisporre un sistema di monitoraggio della struttura con l'ausilio di mire ottiche ubicate opportunamente su diversi punti (pilastri, fessure punti di cerniera), un sistema di livellazione di precisione, un sistema di monitoraggio delle fessure tramite strumenti elettrici e manuali, fissi e rimovibili (comparatori).

Tale sistema sarà tarato effettuando misure di zero per un periodo di osservazione esteso anche fino ad una settimana, in diverse ore del giorno. Questo consentirà di valutare l'accuratezza delle rilevazioni includendo gli effetti di dilatazioni termiche, eventuali derive strumentali, ripetibilità delle misure.

In caso, di superamento delle soglie stabilite, le operazioni dovranno essere sospese e si dovranno effettuare le operazioni previste in un apposito piano di emergenza che dovrà essere proposto dalla ditta incaricata della costruzione e valutato per approvazione dalle entità preposte al controllo.

Durante questa fase, estremamente delicata, particolare attenzione deve essere posta nella realizzazione di 6-8 pali che si trovano in corrispondenza dell'intradosso dell'arco.

Per i pali successivi e precedenti detta fila, la macchina dovrà operare in modo da trovarsi fuori dall'impronta dell'acquedotto.

Lo scavo di 1,5m per la rimozione del tubo del nuovo acquedotto Nottolini sarà esteso tra i pilastri delle arcate per consentire un franco per le operazioni di scavo, getto e armatura dei pali.

Fase 4

La quarta fase è la più complessa e delicata di tutte le operazioni. In pratica si tratta di sostituire la fondazione del pilastro su pali di legno con una tipologia di appoggio che offra un sostegno di caratteristiche paragonabili come rigidità e deformabilità. Durante tutto il processo i cedimenti assoluti e differenziali dovranno essere monitorati e contenuti nell'ordine di qualche millimetro con opportuni accorgimenti e compensatori (martinetti idraulici).

Le operazioni, in ordine di esecuzione saranno le seguenti:

1. Scavo fino alla quota di 3,75m a partire dal piano campagna, in sezione obbligata, sbatacchiato;
2. Realizzazione delle travi di collegamento di testa palificate;
3. Scavo per l'alloggiamento delle travi per il sostegno della fondazione dell'acquedotto; Montaggio dei martinetti piatti, comparatori e mire ottiche per compensazione cedimenti;
5. Fasciatura del dado di fondazione dell'acquedotto con profilati metallici d'acciaio;
6. Montaggio delle travi sui martinetti e collegamento della fondazione dell'acquedotto tramite barre tipo DIWYDAG;
7. Scavo al di sotto della fondazione e taglio dei pali in legno esistenti.

Fase 5

La fase 5 prevede le operazioni di scavo fino alla quota di getto del solettone di copertura e contrasto della palificata che sarà collegata alle travi di collegamento della paratia. La particolarità della struttura prevede l'indipendenza delle strutture di contrasto da quella di appoggio della fondazione dell'acquedotto. Durante questa fase l'apparato di monitoraggio e compensazione sarà mantenuto attivo. In questa fase inoltre sarà riposizionato il nuovo acquedotto Nottolini nella sua posizione originaria in modo definitivo.

Fase 6

La Fase 6 comprende il completamento della galleria artificiale che potrà avvenire in tempi anche molto differiti rispetto alle fasi precedenti in quanto lo scavo sarà iniziato una volta completate le paratie libere ed i tratti di galleria artificiale.

B.7 DIMENSIONAMENTO DELLA PAVIMENTAZIONE

E' stato eseguito un dimensionamento preliminare delle pavimentazioni che possa così consentire di redigere una stima quanto più approssimata possibile dei costi connessi con la loro realizzazione.

In questa fase di progettazione, nella quale non sono ancora noti tutti i dati necessari per un vero e proprio dimensionamento, pur assumendo a riferimento un tipo di pavimentazione non viene ancora effettuata una vera e propria scelta della tipologia delle pavimentazioni da adottare. Ciò in quanto tale scelta rientra tra le attività proprie della fase di progettazione definitiva, alla luce dei risultati di un'analisi dei costi estesa all'intera vita dell'opera.

In questa fase, si è quindi individuato un dimensionamento della soluzione tipologica presa a riferimento per consentire di mettere a budget un'aliquota di costi di primo impianto che consente, in fase di progettazione definitiva, di scegliere la soluzione più economica sull'intero ciclo di vita.

Il predimensionamento è stato effettuato utilizzando le schede del "Catalogo delle pavimentazioni stradali" del CNR (Bollettino Ufficiale-Norme Tecniche – A. XXIX – N. 178 del 1995).

Le schede costituenti il Catalogo sono identificate, mediante un codice alfanumerico costituito da un numero che va da 1 a 8, col quale viene indicato il tipo di strada, e una parte alfabetica indicante la tipologia della sovrastruttura (F = flessibile, SR = semirigida, RG = rigida non armata, RC = rigida ad armatura continua).

Ciascuna scheda, in funzione della categoria del sottofondo e della classe di traffico, riporta gli spessori e i materiali costituenti i diversi strati della pavimentazione.

Le norme indicano che nel caso si decida di utilizzare uno strato di usura in conglomerato bituminoso drenante, per le pavimentazioni flessibili e semirigide occorre aumentare di 2 cm lo spessore del binder rispetto a quello riportato in Catalogo, lasciando invariati gli spessori degli altri strati.

Si riportano di seguito le categorie di sottofondo ed i volumi di traffico utilizzati per il dimensionamento dei tra assi e della complanare.

Categorie di sottofondo

Dall'esame delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni attraversati è stato adottato per tutti gli assi del progetto il seguente valore di coefficiente CBR pari a 90 N/mm².

Volumi di traffico

E' stata considerata una vita utile della strada pari a 20 anni e precisamente dall'anno 2012 all'anno 2032. Dallo studio di traffico per ciascuno dei seguenti assi di progetto: EST-OVEST, NORD SUD, OVEST EST, OPERA CONNESSA, CIRCONVALLAZIONE ALTOPASCIO, ADEGUAMENTO SS 12, sono stati desunti il totale dei passaggi dei soli veicoli pesanti per tutto il periodo ipotizzato di vita utile dell'infrastruttura.

Sono stati ottenuti i seguenti valori:

• Asse Est-Ovest	3.608.872	passaggi di veicoli pesanti tra il 2012 ed il 2032
• Asse Ovest-Est	8.164.618	passaggi di veicoli pesanti tra il 2012 ed il 2032
• Asse Nord-Sud	7.318.857	passaggi di veicoli pesanti tra il 2012 ed il 2032
• Circonvallazione Altopascio	1.460.765	passaggi di veicoli pesanti tra il 2012 ed il 2032
• Adeguamento SS12	13.374.003	passaggi di veicoli pesanti tra il 2012 ed il 2032
• Opera Connessa	7.318.857	passaggi di veicoli pesanti tra il 2012 ed il 2032

Entrando nella scheda 3F del catalogo (strade extraurbane, principali e secondarie a forte traffico) con i dati sopraesposti e tenuto conto che si è deciso di adottare per tutte le tratte la pavimentazione drenante fonoassorbente, si ottengo i seguenti spessori di pavimentazione:

STRATO DI USURA:	5 cm;
STRATO DI BINDER:	8 cm;
STRATO DI BASE:	25 cm;
STRATO DI FONDAZIONE:	20 cm.