



# 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 ILLUSTRATIVA

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00_EG00_GEN_RE01_A.DOC		
L0601A	P	1201	CODICE ELAB. T00EG00GENRE01	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

1	OGGETTO DELLO STUDIO.....	3
2	OBIETTIVI E MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO.....	5
3	EVOLUZIONE DELLO STUDIO ED ALTERNATIVE DI TRACCIATO.....	7
3.1	ITER STORICO DEL TRACCIATO.....	7
3.1.1	DOCUMENTO PRELIMINARE ALLA PROGETTAZIONE (art.15 co. n.5-6, D.P.R. 207/10) .....	10
3.1.2	ALTERNATIVE DI PROGETTO .....	13
3.1.2.1	<u>Asse nord-sud con sezione tipo cat. B</u> .....	14
3.1.2.2	Asse nord-sud con sezione tipo cat. C1 prevalente e B, con una serie di complanari con sezione tipo cat. F .....	15
3.1.2.3	Asse nord-sud attraversamento della linea FS Lucca-Aulla .....	16
3.1.2.4	<u>Asse ovest-est studio della sezione tipo</u> .....	17
3.1.2.5	Asse Ovest-est studio del passaggio nei pressi dell'acquedotto del "Nottolini" ...	18
3.1.2.6	<u>Opera connessa</u> .....	21
3.1.3	ALTERNATIVA SELEZIONATA .....	22
3.1.3.1	<u>Asse Nord –Sud</u> .....	23
3.1.3.2	<u>Asse Ovest-Est</u> .....	25
3.1.3.3	<u>Asse Est-Ovest</u> .....	27
3.1.3.4	<u>Adeguamento della S.S.12</u> .....	29
3.1.3.5	<u>Cavalcaferrovia Lucca-Firenze</u> .....	29
3.1.3.6	<u>Opera connessa</u> .....	30
3.1.3.7	<u>Circonvallazione di Altopascio</u> .....	31
4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	33
5	ELEMENTI DI SINTESI DELL'ALTERNATIVA SELEZIONATA .....	34
5.1	CARATTERISTICHE PLANO – ALTIMETRICHE .....	34
5.2	SEZIONI TRASVERSALI TIPO.....	36
5.3	INTERSEZIONI .....	36
6	LO STUDIO DEL TRAFFICO .....	38
6.1	LE INDAGINI DI TRAFFICO .....	39
6.2	DETERMINAZIONE DELLE MATRICI O/D .....	39
6.2.1	La calibrazione delle Matrici O/D.....	40
6.2.2	Espansione della matrice O/D agli orizzonti temporali futuri.....	40
6.3	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI .....	40
6.3.1	Gli Scenari di Riferimento .....	41
6.3.2	Gli Scenari di Progetto .....	41
7	ANALISI COSTI BENEFICI .....	43
8	CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE .....	45
8.1	GEOMORFOLOGIA .....	45
8.2	GEOLOGIA .....	46

---

8.3	IDROGEOLOGIA .....	49
9	IDROLOGIA – IDRAULICA .....	50
9.1	INTERFERENZE IDRAULICHE.....	50
9.1.1	ASSE NORD–SUD E ADEGUAMENTO SS12.....	50
9.1.2	ASSE OVEST-EST.....	51
9.1.3	ASSE EST-OVEST, CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO, OPERA CONNESSA ....	53
10	OPERE D’ARTE MAGGIORI .....	57
11	OPERE D’ARTE MINORI.....	59
12	IMPIANTI ILLUMINOTECNICI .....	62
12.1	ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI.....	62
12.2	ILLUMINAZIONE DELLA GALLERIA.....	63
13	CANTIERI.....	66
14	BILANCIO MATERIE .....	68
15	MISURE DI MITIGAZIONE, COMPENSAZIONE E ATTUAZIONE PMA.....	71
15.1	OPERE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE.....	71
15.2	ATTUAZIONE PMA .....	73
15.3	QUANTIFICAZIONE ECONOMICA .....	74
16	LE INTERFERENZE .....	75
17	LE ESPROPRIAZIONI.....	76
18	CRONOPROGRAMMA ED ITER PROCEDURALE PROPOSTO .....	78
19	QUADRO ECONOMICO .....	80

## 1 OGGETTO DELLO STUDIO

L'intervento in progetto riguarda la realizzazione di un Sistema Tangenziale alla città di Lucca, ossia di una viabilità a est della città comprendente i collegamenti tra Ponte a Moriano e i caselli dell'A11 del Frizzone e di Lucca Est, volta alla redistribuzione dei flussi veicolari ed al 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.

Le aree interessate dall'intervento sono i Comuni Lucca, Altopascio, Capannori e Procari in provincia di Lucca nella Regione Toscana.

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.

## 2 OBIETTIVI E MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO

Attualmente il problema della viabilità nella piana di Lucca, che interessa non solo il Comune di Lucca ma anche tutti i comuni della piana con particolare riferimento a Capannori, Porcari e Altopascio, è divenuto non più rinviabile e richiede una urgente risoluzione. Per citare alcuni cenni storici, si può affermare certamente che intorno alla città di Lucca non è stato costruito alcun asse viario da parecchi decenni, tant'è che tutti i traffici provenienti da nord e diretti verso l'asta autostradale sono convogliati sulla S.S. 12 del Brennero (strada ad una corsia per ogni senso di marcia) che in prossimità della città di Lucca si innesta sulla Circonvallazione, che fa da anello distributore verso le varie destinazioni. Ma sulla Circonvallazione affluisce anche tutto il traffico endogeno che si muove dalla periferia verso la città e viceversa, con una commistione di traffico pesante e leggero che provoca frequenti fenomeni di congestione.

Tutto questo ha comportato un notevole aumento del traffico pesante indirizzato a nord del territorio lucchese, che in parte è stato anche agevolato dalla costruzione delle varianti eseguite dalla Provincia di Lucca, di cui parte attualmente in costruzione.

Un ulteriore fattore che ha contribuito a mettere sensibilmente in crisi la viabilità esistente è certamente l'inadeguatezza e la staticità della rete ferroviaria, che negli ultimi cinquanta anni non ha sostanzialmente subito nessun tipo di modifica. Basti pensare che la linea della Garfagnana è una linea ad unico binario con scambi obbligati e che pertanto non risulta adeguata ad un eventuale trasporto merci.

Il Sistema Tangenziale è stato sviluppato tenendo conto che le nuove infrastrutture si inseriscono nella rete stradale esistente assumendo in realtà un ruolo più complesso rispetto a quello in senso stretto di by-pass urbano.

Gli attuali assi di penetrazione individuabili nella SS12 e nella SP29 (viale Europa in comune Capannori), oltre a svolgere una funzione di accesso alla Garfagnana ed ai comuni a nord della Piana di Lucca, rivestono un ruolo importante per la viabilità di carattere locale di ambito comunale.

La forte urbanizzazione ed industrializzazione della piana, unita all'importanza dei poli produttivi della Garfagnana, ha determinato la saturazione delle infrastrutture esistenti, sia per i carichi di traffico che devono servire, sia per le interazioni tra differenti componenti di domanda servita.

In relazione al tipo di movimento servito, all'entità dello spostamento, alla funzione assunta nel contesto territoriale attraversato, alle componenti di traffico e relative categorie, tale intervento svolge funzioni di alleggerimento del centro urbano dal traffico di attraversamento nonché il ruolo di drenaggio dei traffici presenti o che comunque convergono all'interno della piana.

Il sistema tangenziale collegato con la viabilità a monte e a valle dell'area urbana/suburbana di Lucca, raggiunge efficacemente **l'obiettivo di allontanare i flussi veicolari, soprattutto merci, di attraversamento dell'area urbana in generale e dal centro storico in particolare.**

## **3 EVOLUZIONE DELLO STUDIO ED ALTERNATIVE DI TRACCIATO**

### **3.1 ITER STORICO DEL TRACCIATO**

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

- l'asse autostradale Firenze-Pisa Nord (A11 "Firenze-Mare");
- l'autostrada Lucca-Viareggio, diramazione bretella dell'A11;
- la S.S. 12 "dell'Abetone", 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.

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 il "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" redatto nel 2005 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 della Provincia di Lucca e condiviso dagli enti locali.

### 3.1.1 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 Camaiore 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 Camaiore, 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 Chelino 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 rotonda di Ponte Carlo Alberto Dalla Chiesa e l'attuale rotonda a sud, con esclusione del nuovo ponte sul Serchio, che sarà di competenza provinciale.
- Collegamento tra il casello autostradale del Frizzone e la S.R. 439 Sarzanese-Valdera in località Carraia (adeguamento Via del Rogio).
- Collegamento tra la S.R. 439 Sarzanese-Valdera in località Carraia e la S.P. 26 di Sottomonte in frazione di Massa Macinaia.
- III° Lotto della variante di Altopascio - collegamento tra il secondo lotto della circonvallazione di Altopascio ed il casello autostradale del Frizzone.

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.

### **3.1.2 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 tipologie 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 cavalferrovia 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".

#### 3.1.2.1 Asse nord-sud con sezione tipo cat. B (Alternativa 1)

Una strada di tipo B, è una strada che il D.M. del 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" classifica 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 (v. elab. 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;
- la necessità di adottare secondo normativa raggi planimetrici minimi di 178 m allontana in molti tratti tale tracciato rispetto a quello indicato dal DPP e dai regolamenti urbanistici;
- 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;
- 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, facendo assumere alla nuova strada un elemento di cesura.

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

### 3.1.2.2 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 (v. elab. T00PS00STDPF02A) prevede una sezione prevalente di tipo cat. 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) 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, è emerso che la quota di progetto del sottopasso previsto per l'attraversamento del torrente Fraga interferisce 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 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 convinto ad escludere tale alternativa.

### 3.1.2.3 Asse nord-sud attraversamento della linea FS Lucca-Aulla (Alternativa 3)

Le problematiche sopraesposte, oltre alle nuove indicazioni fornite dalle amministrazioni locali, hanno portato 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, la valle del Serchio ed il sistema autostradale. Tuttavia lo spostamento dell'innesto più a sud sull'attuale SS12 non risolve completamente l'interferenza con la linea ferroviaria Lucca-Aulla. In quanto i ridotti spazi presenti tra la SS12 e la linea ferroviaria, rendono complessa la scelta della tipologia di opera da adottare per la risoluzione.

A tale scopo 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.

#### 3.1.2.4 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 sulla nuova intersezione 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".

#### 3.1.2.5 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.

Sebbene sia ormai da decenni in stato di semiabbandono e di avanzato degrado, l'acquedotto del "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. Già nel precedente progetto preliminare presentato 2005 sono state a tal proposito analizzate diverse alternative.

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

Le ipotesi di passaggio analizzate sono state le seguenti.

1. **Passaggio con una sezione di tipo C1 con l'abbattimento di un pilone intermedio dell'acquedotto** (v. elab. 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.
2. **Passaggio sotto due archi dell'acquedotto** (v. elab. 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.
3. **Passaggio con una sezione di tipo C1 con l'abbattimento di un pilone dell'acquedotto** (v. elab. 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 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.

4. **Passaggio in sotterraneo** (v. elab. 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:

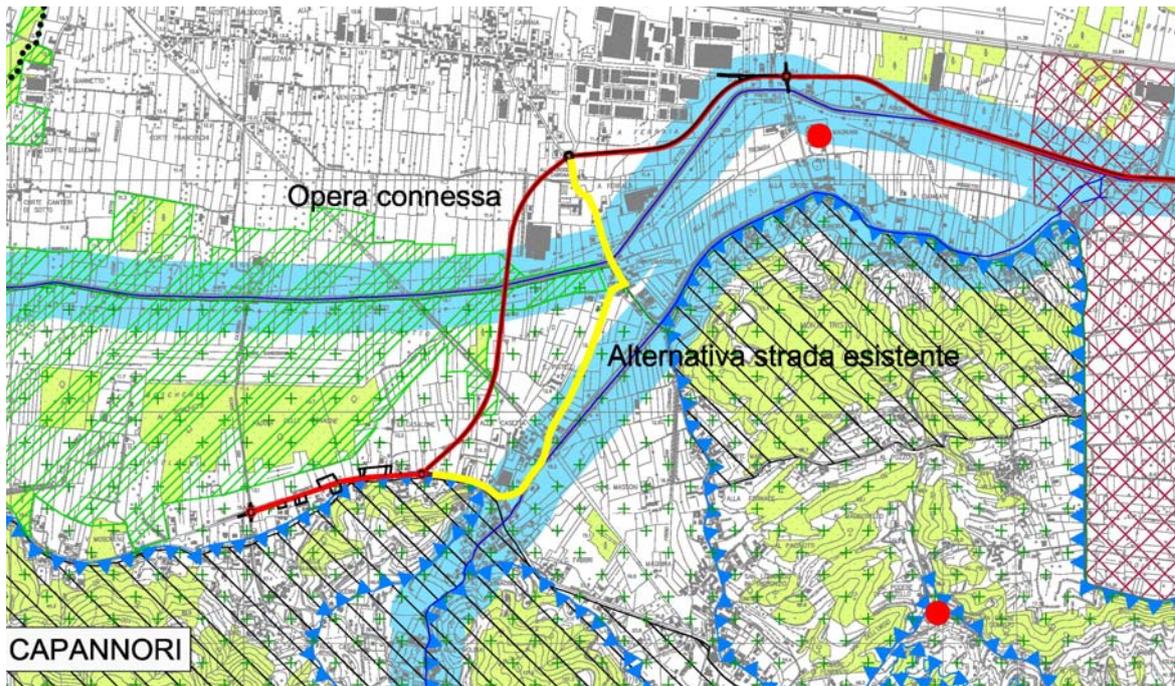
- *soluzione A*, prevede la realizzazione di un sottopasso posto ad una profondità di 7.50 m circa dal piano campagna e che interferisce con le fondazioni di 2 piloni dell'acquedotto. Questa soluzione prevede che la strada planimetricamente si allontani dall'autostrada per incontrare l'acquedotto più 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.

#### 3.1.2.6 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 dirigeva 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) bioitaly D.M. 3/4/2000

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

### 3.1.3 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.

#### 3.1.3.1 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 cavalferrovia la strada di progetto riscende a quota terreno, e con un rettilo 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 rettilo 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 Madonnina. 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.

#### 3.1.3.2 Asse Ovest-Est

Tale asse ha inizio in prossimità del nuovo intersezione 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'intersezione 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.

### 3.1.3.3 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 Madonnina.

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 cavalcaferrovia "Frizzone" di 280 m.

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

#### 3.1.3.4 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.

#### 3.1.3.5 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.

#### 3.1.3.6 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.

### 3.1.3.7 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.

## 4 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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 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 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.

## 5 ELEMENTI DI SINTESI DELL'ALTERNATIVA SELEZIONATA

### 5.1 CARATTERISTICHE PLANO – ALTIMETRICHE

#### ASSE NORD-SUD

- Sezione tipo della Categoria C1 del D.M. 6792/2001
- Intervallo di velocità di progetto km/h 60÷100
- Pendenza longitudinale max 7 %
- Pendenza trasversale variabile in funzione del raggio di curvatura
- Raggio di curvatura orizzontale minimo 130 m
- Raggio di curvatura verticale minimo 325 m
- Lunghezza totale: 5141 m

#### ASSE OVEST-EST

- Sezione tipo della Categoria C1 del D.M. 6792/2001
- Intervallo di velocità di progetto km/h 60÷100
- Pendenza longitudinale max 6.09 %
- Pendenza trasversale variabile in funzione del raggio di curvatura
- Raggio di curvatura orizzontale minimo 300 m
- Raggio di curvatura verticale minimo 500 m
- Lunghezza totale: 6086 m

#### ASSE EST-OVEST

- Sezione tipo della Categoria C1 del D.M. 6792/2001
- Intervallo di velocità di progetto km/h 60÷100
- Pendenza longitudinale max 5%
- Pendenza trasversale variabile in funzione del raggio di curvatura
- Raggio di curvatura orizzontale minimo 150 m
- Raggio di curvatura verticale minimo 500 m
- Lunghezza totale: 4329 m

#### ADEGUAMENTO SS12

- Sezione tipo della Categoria C2 del D.M. 6792/2001
- Intervallo di velocità di progetto km/h 60÷100
- Pendenza longitudinale max 2,79 %

- Pendenza trasversale variabile in funzione del raggio di curvatura
- Raggio di curvatura orizzontale minimo 120 m
- Raggio di curvatura verticale minimo 2500 m
- Lunghezza totale: 3720 m

#### CAVALCAFERROVIA LUCCA-FIRENZE

- Sezione tipo della Categoria F1 del D.M. 6792/2001
- Intervallo di velocità di progetto km/h 40÷100
- Pendenza longitudinale max 7%
- Pendenza trasversale variabile in funzione del raggio di curvatura
- Raggio di curvatura orizzontale minimo 100 m
- Raggio di curvatura verticale minimo 485 m
- Lunghezza totale: 581 m (comprensiva della viabilità di collegamento a strade esistenti)

#### OPERA CONNESSA

- Sezione tipo della Categoria C1 del D.M. 6792/2001
- Intervallo di velocità di progetto km/h 60÷100
- Pendenza longitudinale max 2%
- Pendenza trasversale variabile in funzione del raggio di curvatura
- Raggio di curvatura orizzontale minimo 120 m
- Raggio di curvatura verticale minimo 800 m
- Lunghezza totale: 5859 m

#### CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO

- Sezione tipo della Categoria C1 del D.M. 6792/2001
- Intervallo di velocità di progetto km/h 60÷100
- Pendenza longitudinale max 3,02%
- Pendenza trasversale variabile in funzione del raggio di curvatura
- Raggio di curvatura orizzontale minimo 150 m
- Raggio di curvatura verticale minimo 1000 m
- Lunghezza totale: 5786 m.

## 5.2 SEZIONI TRASVERSALI TIPO

Si riportano di seguito le sezioni tipo previste per il 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  $V_p$  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 cavalcavia 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.

## 5.3 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
<b>Asse Nord-Sud</b>	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
<b>Intersezione a raso di Lucca Est</b>	Rotatorie e rampe	Intersezione a raso	Viale Europa, raccordo di collegamento tra il casello di Lucca Est e Lucca Ovest, Asse Ovest-Est
<b>Asse Ovest-Est</b>	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
<b>Asse Est-Ovest</b>	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
<b>Intersezione a raso Antraccoli</b>	Rotatorie e rampe	Intersezione a raso	SP 23 Romana SP27 della Madonnina Asse Nord-Sud Asse Ovest-Est Asse Est-Ovest
<b>Cavalcaferrovia Lucca-Firenze</b>	Rotatoria n°1	Rotatoria a 4 bracci	S.c. di Mugnano
<b>Opera Connessa</b>	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
<b>Circonvallazione di Altopascio</b>	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

## 6 LO STUDIO DEL TRAFFICO

Il progetto si inserisce in un'area ad urbanizzazione diffusa a ridosso del nucleo urbano centrale di Lucca che risulta caratterizzato da traffici interni all'area di studio e flussi di scambio.

L'articolazione dello studio vede:

- L'individuazione delle infrastrutture stradali a supporto della modellistica di simulazione e loro caratterizzazione funzionale;
- La rappresentazione del territorio in zone omogenee di traffico attraverso la definizione dell'area di piano e dell'area di studio;
- la descrizione dei risultati emersi dalla campagna di indagini di traffico svolta a supporto dello studio;
- La determinazione delle matrici di domanda passeggeri e merci e loro proiezioni agli scenari futuri;
- L'analisi critica dei risultati emersi dalle simulazioni effettuate sullo scenario attuale, di riferimento e di progetto agli anni 2012, 2018 e 2028 valutando gli effetti in termini di rete, singoli assi, domanda servita e livelli di servizio;

Ai fini operativi, l'infrastrutturazione stradale appena descritta è rappresentata nel modello stradale di simulazione dell'offerta mediante il disegno di un grafo rappresentativo delle caratteristiche geometriche e funzionali della rete stradale, sia nelle condizioni attuali che nella configurazione di progetto.

Sul grafo stesso è simulata la distribuzione della domanda di trasporto con le relative scelte di itinerario.

La rete stradale è schematizzata con archi, rappresentati con elementi lineari di collegamento fra due diversi nodi, e classificati mediante le proprie caratteristiche geometriche e funzionali.

Ciascun arco è inoltre caratterizzato da una funzione di deflusso, che simula la variazione del tempo necessario a percorrere l'arco in funzione del carico veicolare dello stesso e delle sue caratteristiche funzionali e geometriche.

Le funzioni di deflusso messe a punto nello Studio di Traffico per l'utilizzo sul modello di simulazione TransCad hanno tenuto conto della complessità della rete stradale di riferimento in relazione alla contemporanea presenza di infrastrutture a carattere prettamente urbano con altre di tipologia extraurbana ed autostradale.

In ambito urbano si è tenuto conto di un abbattimento della capacità e della velocità di percorrenza a flusso nullo dovute sia ai limiti di velocità imposti in tali ambiti sia alla presenza di fattori quali attività produttive, presenza di sosta illegale, passi carrabili, ecc. che riducono le caratteristiche di deflusso degli archi stessi.

Per i dettagli sui dati che hanno supportato le simulazioni finalizzate al confronto tra gli scenari, si rimanda allo Studio Trasportistico allegato al presente progetto (elab.T00SG00AMBRE01A).

## 6.1 LE INDAGINI DI TRAFFICO

Con la campagna di indagine sono state integrate le basi dati acquisite presso l'ISTAT (gli ultimi dati disponibili sono riferiti al 2001 e sono relativi alla mobilità passeggeri sistematica, generata dal primo spostamento della giornata) e le rilevazioni di traffico già disponibili (PTCP e Società Autostrade).

Finalità della campagna è la ricalibrazione della matrice Origine Destinazione (O/D) di area degli spostamenti passeggeri e merci dell'ora di punta, con specifico riferimento all'area di studio definita, includendo sia gli spostamenti sistematici che quelli non sistematici.

I dati in possesso sono stati aggiornati nel corso della progettazione attraverso due differenti campagne di rilievo:

- una campagna di indagine/conteggio effettuata da ANAS S.p.A. nel 2004 riguardo la componente merci e passeggeri;
- una campagna di solo conteggio del 2008 effettuata dall'Ufficio Viabilità del Comune di Lucca.

## 6.2 DETERMINAZIONE DELLE MATRICI O/D

L'Area di Studio, definita dall'insieme dei territori dei Comuni di Lucca, Capannoni, Porcari, Montercarlo ed Altopascio, risulta costituita da 71 zone omogenee di traffico.

La ricostruzione della domanda di trasporto dell'area di studio è stata condotta a partire dalle zone censuarie relative alla provincia di Lucca.

Successivamente, attraverso l'aggregazione delle particelle ISTAT si è definita la zonizzazione di traffico con due differenti livelli di dettaglio:

- Zonizzazione interna (area di studio);
- Zonizzazione esterna (area di piano).

Il database ISTAT di partenza, relativo alla provincia di Lucca, ha permesso di ricostruire la matrice censuaria della mobilità interna e di scambio nell'area di studio e di piano.

I dati di fonte ISTAT, riferiti agli spostamenti sistematici nell'ora di punta della mattina, sono stati integrati, mediante modellistica, con gli spostamenti per "altro motivo di spostamento" in base alla matrice degli spostamenti per lavoro e studio ed in base ai dati di popolazione.

### 6.2.1 La calibrazione delle Matrici O/D

Una volta costruite le matrici censuarie, opportunamente integrate con la quota di spostamenti di attraversamento e con le matrici delle interviste (dati campionari), si è proceduto alla correzione e calibrazione attraverso i dati relativi ai conteggi di traffico.

La correzione delle matrici di domanda è stata eseguita secondo la procedura di Nielsen, inclusa nel modello di assegnazione Transcad. La procedura opera modificando l'entità degli spostamenti (veicoli) tra coppie o/d con l'obiettivo di minimizzare gli scarti tra flussi assegnati e conteggi in corrispondenza delle sezioni monitorate: le relazioni o/d più significative in termini di flusso sull'arco monitorato subiranno le modifiche maggiori.

### 6.2.2 Espansione della matrice O/D agli orizzonti temporali futuri

Al fine di valutare l'entità dei flussi che potranno interessare i territori compresi nell'Area di Studio e di Piano, sono stati considerati due orizzonti temporali di riferimento:

- Anno 2018, in cui si prevede l'entrata in esercizio dell'infrastruttura di Progetto;
- Anno 2028, orizzonte di medio termine per valutare l'impatto nel tempo della nuova infrastruttura sul sistema di trasporto complessivo dell'Area.

Applicando i tassi annui riportati nella tabella seguente, il modello stima:

- al 2018 un incremento della matrice di domanda passeggeri del 5,9% e della domanda merci del 7% circa rispetto a quella calibrata con riferimento al 2008;
- al 2028 un incremento della matrice di domanda passeggeri del 30% e della domanda merci del 39% circa rispetto a quella calibrata con riferimento al 2008.

## 6.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

La valutazione dell'impatto dell'intervento sul sistema di trasporto dell'Area di Studio è stato effettuato accoppiando gli scenari di domanda di trasporto con gli scenari di offerta di trasporto.

Nel dettaglio, gli scenari simulati sono i seguenti:

- 2012: stato attuale;
- 2018: senza intervento;
- 2018: di progetto;

- 2028: senza intervento;
- 2028: di progetto.

Per le simulazioni effettuate è stata utilizzata la procedura di assegnazione multiclasse multimodale (MMA) interna al programma TransCad.

### 6.3.1 Gli Scenari di Riferimento

In relazione alla durata media degli spostamenti, si riportano i dati di sintesi nella seguente tabella.

Al 2012 un veicolo passeggeri impegna la rete dell'area di studio per circa 11 min e 18 sec, mentre uno merci per 18 min e 19 sec. Al 2028 i tempi salgono rispettivamente a 12 min, 2 sec e 19 min, 21 sec. La tabella seguente sintetizza i risultati appena riportati.

Scenario	Percorenza media spostamento (km)		Durata media spostamento (min,sec)	
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
Attuale 2012	8.4	15.5	10,43	17,06
Riferimento 2018	8.5	15.9	11,18	18,19
Riferimento 2028	8.6	16.0	12,02	19,21

I risultati ottenuti evidenziano come la rete di trasporto tenda, nel corso degli anni, ad accentuare la situazione di saturazione già esistente attualmente.

### 6.3.2 Gli Scenari di Progetto

Per effetto della realizzazione del progetto, la durata media dello spostamento risulta inferiore rispetto agli scenari di riferimento e pari a 9 min, 52 sec e 10 min, 8 sec per i veicoli passeggeri (rispettivamente al 2018 e 2028) e di 15 min, 28 sec e 15 min,51 sec per i veicoli pesanti.

Scenario	Percorenza media spostamento (km)		Durata media spostamento (min,sec)	
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
Progetto 2018	8.7	16.3	9,52	15,28
Progetto 2028	8.7	16.3	10,08	15,51

La tabella seguente riporta il traffico medio per tratta all'entrata in esercizio (anno 2018) sull'asse di progetto, all'ora di punta della mattina e nelle 24 ore della giornata.

Asse	Volumi di traffico per tratta – Anno 2018							
	Ora di Punta				Traffico Giornaliero Medio			
	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli totali	Veicoli Equivalenti	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli totali	Veicoli Equivalenti (*)
Asse Nord - Sud	959	125	1.084	1.272	12.868	1.740	14.609	17.219
Asse Est - Ovest	689	33	722	772	9.242	464	9.706	10.402
Asse Ovest - Est	890	93	983	1.122	11.950	1.288	13.238	15.169

(\*) N.B. 1 veicolo pesante = 2,5 veicoli equivalenti

I risultati evidenziano Livelli di Servizio al limite per una infrastruttura di tipo C extraurbana secondaria, che si possono ritenere accettabili per il contesto infrastrutturale in cui è inserita e per il tipo di domanda che verrà servita dall'infrastruttura, con caratteristiche di sistematicità e breve percorrenza tipiche di un ambito periurbano, e soprattutto in quanto relative al periodo di massimo carico veicolare della giornata.

I risultati evidenziano altresì come l'infrastruttura, nel corso degli anni e con la crescita di domanda stimata, possa manifestare nel medio lungo periodo fenomeni di saturazione che si potrebbero protrarre per intervalli della giornata più rilevanti della sola congestione dell'ora di punta.

## 7 ANALISI COSTI BENEFICI

Sul progetto in argomento è stata eseguita l'analisi costi-benefici considerando per l'opera una vita utile di 30 anni. Ai fini dell'analisi sono stati presi in considerazione i seguenti parametri:

- Costi di realizzazione e di gestione;
- Benefici trasportistici;
- Benefici sulla sicurezza;
- Benefici ambientali.

La Valutazione della fattibilità economica dell'ipotesi progettuale è effettuata mediante il calcolo del Saggio di Rendimento Interno, utilizzando i coefficienti e parametri significativi ed i valori monetari unitari indicati nel prospetto seguente. Gli indicatori di sostenibilità economica considerati sono:

- il Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE)– tasso di sconto che rende uguale a zero il valore attualizzato del progetto, inteso come somma dei flussi di cassa attualizzati ottenuti durante la vita utile del progetto (benefici – costi totali);
- il Valore Attuale Netto (VAN) – valore dei flussi di cassa (benefici – costi totali) ottenuti dal progetto nel corso della vita utile attualizzati, anno per anno, con il tasso considerato.

Il tasso di attualizzazione generalmente considerato per ritenere economicamente sostenibile un progetto varia dal 5% al 7%. Per questo valore del tasso il VAN deve essere positivo.

<b>- Indicatori trasportistici</b>	
• passeggeri/veicolo	1,2
• giorni/anno veicoli leggeri	365
• giorni/anno veicoli pesanti	320
<b>- Fattore di conversione medio finanziario - economico</b>	: 0,82
<b>- Valori monetari del tempo</b>	
• passeggeri su strada	: 12,00 €/ora
• autocarro equivalente	: 30,00 €/ora
<b>- Costi di esercizio</b>	
• autovettura equivalente	: 0,19 €/autov.km
• autocarro equivalente	: 0,45 €/autoc.km
<b>- Valori monetari sicurezza</b>	
• incidente con autovettura	: 5.165,0 €
• incidente con ferito	: 25.823,0 €
• incidente con morto	: 1,033 ml €
<b>- Valori monetari inquinamento atmosferico</b>	
• CO extraurbano	: 0.0004 €/grammo
• CO2 extraurbano	: 0.0001 €/grammo
• NOx extraurbano	: 0.0046 €/grammo
• VOC extraurbano	: 0.0021 €/grammo
• PM extraurbano	: 0.0795 €/grammo

I risultati evidenziano un Saggio di Rendimento Interno – **S.R.I.E.** – **positivo e pari al 9,2%** ed un **VAN di 49.973.456 €** al tasso di attualizzazione del 7%, evidenziando la sostenibilità economica del progetto, pur ai limiti di quanto previsto dalle norma vigenti.

## 8 CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

### 8.1 GEOMORFOLOGIA

La situazione geomorfologica dell'area di studio è molto varia, sia dal punto di vista altimetrico che geoambientale.

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 a nord a valori inferiori allo 0,15% nelle zone più meridionali.

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

Nel sottosuolo della pianura di Lucca si registra la sovrapposizione dei depositi alluvionali del Pleistocene 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 metri, 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.

## 8.2 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.

I depositi alluvionali del F. Serchio che costituiscono la pianura di Lucca, 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.
- *Depositi prevalentemente limoso-argillosi* di bassa permeabilità: occupano la porzione sud-orientale della Piana di Lucca morfologicamente più piatta e rappresentano il 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 all'insediamento industriale Italcarta.

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.

Facendo riferimento alle più recenti definizioni (legenda e cartografia di supporto alla C.A.R.G – carta geologica regionale), le formazioni interessate dal tracciato possono essere così descritte, a partire da quella stratigraficamente più alta:

#### DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI

Vi si possono individuare:

*Frane quiescenti*, con stato di attività e tipo di movimento indeterminato

#### DEPOSITI OLOCENICI

*Coperture detritiche indifferenziate (dt)*

Si tratta di materiali non cementati, piuttosto eterogenei sia dal punto di vista compositivo che della tessitura in stretta relazione con le caratteristiche della roccia madre, formati a seguito dei processi di alterazione che hanno interessato e interessano tuttora le formazioni litoidi presenti. In linea di massima si può aggiungere che tale coltre detritica, per la natura prevalentemente argillosa dei materiali che ne costituiscono lo scheletro, è spesso sede di fenomeni franosi o di movimenti di creep superficiale.

*Depositi alluvionali o colluviali attuali e recenti*

Sono rappresentate dai depositi alluvionali di origine continentale che riempiono i fondovalle dei corsi d'acqua principali. Questi depositi sono in genere costituiti da terreni prevalentemente limoso-argillosi, con intercalazioni di livelli più sabbiosi o ciottolosi, nell'insieme di scarsa consistenza.

#### DEPOSITI PLEISTOCENICI

*Depositi fluviali e fluvio-lacustri (fl)*

Si tratta di depositi sovraconsolidati rappresentati da argille e sedimenti ciottolosi a matrice sabbioso-argillosa

#### UNITÀ TETTONICHE "LIGURI"

##### **Unità liguri interne**

*Arenarie del Monte Gottero (aG)*

Torbidi arenacei, costituite da grovacke quarzoso-feldspatiche grigie, ricche di miche, in strati spessi e molto spessi, a cui si intercalano sottili o sottilissimi livelli pelitici grigi o grigio-scuro; più raramente torbidi arenaceo-pelitici in strati medi e sottili; gli strati più grossolani

sono spesso amalgamati e le arenarie sono frequentemente molto alterate. La formazione è inoltre caratterizzata dalla presenza di intercalazioni (talvolta spesse) di successioni pelitico-calcaree scompaginate, costituite da argilliti varicolori (prevalenti) e rari e sottili strati di calcari silicei grigi o grigio-verdi e calcareniti fini. Età: Maastrichtiano inf. – Paleocene inf.

#### *Argille a Palombini (ap)*

Argilliti ed argilliti silicee o marnoso-siltose grigio-scure o nere, a cui si intercalano strati medi e spessi di calcilutiti e calcilutiti silicee grigie (spesso decalcificate), talvolta con la base calcarenitica; nella porzione superiore della formazione sono presenti rari e sottili strati di calcareniti, siltiti ed areniti quarzose fine grigie e di marne siltose. Età: Titoniano - Maastrichtiano

### **Unità liguri esterne**

#### ***Unità inferiore dei Flysch ad Elmintoidi***

##### *Flysch ad Elmintoidi (fH)*

Torbiditi calcareo-marnose grigio-scure in strati da medi a molto spessi (talvolta a base calcarenitica), costituite da calcari marnosi (prevalenti) e marne calcaree a cui si intercalano marne siltose, argilliti e argilliti calcaree, arenarie fini e siltiti. Nella porzione inferiore e media della formazione sono intercalati lembi discontinui di paraconglomerati polimitici, breccie ed olistoliti con clasti di calcari silicei e più raramente di marne, matrice-sostenuti, di colore grigio-scuro o grigio-verdi, con matrice scagliosa argillitico-siltosa (più frequente) o siltoso-arenitica; i clasti da subangolosi a subarrotondati, hanno un diametro da centimetrico a metrico (Argilliti di Monte Veri). Campaniano sup. - Maastrichtiano

##### *Complesso di Monte Veri (mve) ("complesso di base" p.p. Auctt.)*

Si tratta di un complesso eterogeneo, costituito da argilliti nere, verdi e rossastre di aspetto caotico, con livelli siltitici e arenitici. In tale formazione si ritrovano inoltre inglobate diffuse breccie monogeniche con abbondante matrice pelitica e clasti calcarei riferibili alle Argille a Palombini. Sono presenti inoltre breccie poligeniche a matrice pelitica con olistoliti di ofioliti (serpentiniti, basalti, gabbri), Calcari a Calpionelle, Argille a Palombini e Diaspri. Depositi marini profondi da scivolamento in massa e flussi gravitativi.

Età Campaniano inf. e medio

### **Successione toscana non metamorfica**

#### *Arenaria "macigno" (mg)*

Si tratta di arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche grigie o grigio-verdi, da medio-fini a grossolane, in strati da spessi a molto spessi, talvolta amalgamati, a cui si intercalano strati sottili di arenarie fini, siltiti, argilliti e argilliti siltose; nella parte superiore a luoghi prevale una litofacies pelitico-arenacea con strati da sottili a spessi; la formazione è caratterizzata inoltre

dalla presenza a vari livelli di rare torbiditi calcaree a base calcarenitica, talvolta ricca di bioclasti.

Età: Rupeliano sup. – Chattiano sup.

### 8.3 IDROGEOLOGIA

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 km<sup>2</sup>, 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.

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.

I livelli di falda, nell'ambito del tracciato della nuova viabilità, 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, di circa 0,5÷1,0 m per l'asse Est-Ovest, di circo 0,5÷1,0 m per l'Opera Connessa e di circa 0,5÷3 m per la Circonvallazione di Altopascio.

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.

## 9 IDROLOGIA – IDRAULICA

### 9.1 INTERFERENZE IDRAULICHE

Per valutare i siti di interferenza idraulica si sono tenuti in conto due differenti aspetti:

- sovrapposizione del tracciato plano–altimetrico con aree che il Piano per l’Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Serchio e quello redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Arno, classificano come aventi un indice di pericolosità idraulica o siano classificate come aree di pertinenza fluviale o golenali;
- la presenza di attraversamenti di corsi d’acqua principali, fiumi o torrenti anche in assenza di una classificazione PAI.

Per le interferenze del primo tipo sono previste misure per la messa in sicurezza dell’opera da eventi con tempi di ritorno duecentennali e sono suggerite misure di mitigazione al fine di non aggravare il rischio idraulico dell’area in esame. Per le interferenze del secondo tipo sono state effettuate verifiche idrauliche nell’ipotesi di moto permanente, negli scenari attuale e di progetto e definite le caratteristiche geometriche delle opere d’arte che costituiscono l’attraversamento in modo da non interferire con la corrente.

#### 9.1.1 ASSE NORD–SUD E 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.

### 9.1.2 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*).

Possiamo dire già in questa fase che 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.

Verranno adesso descritte le misure atte ad eliminare tali interferenze in modo che l'opera in progetto risulti ben inserita nel contesto territoriale presente. Per quanto riguarda le interferenze del primo tipo al fine di mettere in sicurezza l'opera per un determinato tempo di ritorno ( $T_r = 200$  anni) verrà analizzata la cartografia disponibile, eventualmente integrandola con studi idraulici di dettaglio, in modo da stimare il valore dei battenti idrici, verranno quindi definite le quote del rilevato stradale che permettano il grado di sicurezza richiesto.

Successivamente verrà effettuato, sempre nelle aree di sovrapposizione il calcolo dei volumi in rilevato, volumi che verranno recuperati in modo da non aggravare il grado di rischio idraulico della zona, sulle modalità di recupero di questi volumi, si propone di dividere l'intervento in due parti, la prima attraverso un dimensionamento del fosso di smaltimento delle acque meteoriche della piattaforma stradale che tenga conto anche di questa esigenza, la seconda attraverso l'individuazione di opportune zone da destinare a questo scopo. Non si ritiene necessario, in questa fase dello studio, approfondire ulteriormente questo aspetto poiché esso risulta fortemente influenzato, nei suoi aspetti progettuali di dettaglio, dalle caratteristiche idrauliche del reticolo, caratteristiche che necessitano ulteriori approfondimenti ed indagini al fine di definirne tutti gli aspetti quantitativi.

Nei punti in cui si abbia l'attraversamento di corsi d'acqua di varia importanza da parte dell'opera in progetto (interferenze del secondo tipo), si avrà cura di garantire comunque la continuità del reticolo idrografico con manufatti ed opere d'arte che non dovranno in nessun caso portare ad un restringimento delle sezioni dei corpi idrici attraversati. Per gli attraversamenti più importanti sono state effettuate le verifiche idrauliche e stabilite le quote minime degli impalcati in modo da assicurare un franco idraulico sufficiente alla sicurezza dell'opera, inoltre verranno dimensionati i tombini da predisporre al fine di salvaguardare il reticolo minore presente nell'area in esame.

Per quanto riguarda i battenti idrici l'Autorità di Bacino del Serchio ha predisposto una apposita cartografia in formato raster che descrive le aree allagabili ed i relativi battenti su celle di lato 1 m. Attraverso l'analisi di questi dati siamo in grado di definire le quote di sicurezza per l'infrastruttura; nel seguito viene riportata una tabella riepilogativa.

Asse Ovest - Est				
Sezioni	Battente [cm]	Quota livelletta [m slm]	Quota pavimentazione [m slm]	Volumi da recuperare [mc]
1 - 19	60	12,50	13,10	10000
43 - 61	80	12,70	13,50	14400
68 - 92	100	13,85	15,20	24000
112 - 119	30	15,30	16,80	2100

Come si vede dallo schema riportato sopra dove sono rappresentate per ogni tratto il battente, la livelletta idraulica e la quota della pavimentazione per ogni tratto analizzato, il franco di sicurezza si mantiene sempre al di sopra di 50 cm.

Inoltre dalla sezione stradale 17 alla 43 si ha un lungo tratto in trincea che si è reso necessario per l'attraversamento dell'acquedotto Nottolini. Il tratto viene protetto da due muri d'ala che dovranno garantire un adeguato franco di sicurezza; sempre analizzando la cartografia raster prodotta dall'Autorità di Bacino del Serchio si evince che nell'area in esame il battente atteso, con evento duecentennale, è nell'ordine di 50 cm sul piano campagna, si prevede pertanto di realizzare un muro alto un metro al fine di assicurare un adeguato franco idraulico.

### 9.1.3 ASSE EST-OVEST, CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO, 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 è stato 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 portate 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.

Alla luce di quanto descritto è stato possibile assumere misure per porre l'opera in progetto in sicurezza idraulica con un adeguato franco (nell'ordine come di consueto di 50 cm); in particolare:

Asse Est - Ovest				
Sezioni	Battente [cm]	Quota livelletta [m slm]	Quota pavimentazione [ m slm]	Volumi da recuperare [mc]
51 - 62	20 - 50	12,70	13,30	2500
62 - 90	0 - 20	11,30	12,10	3000

Circonvallazione di Altopascio				
Sezioni	Battente [cm]	Quota livelletta [m slm]	Quota pavimentazione [ m slm]	Volumi da recuperare [mc]
1 - 18	0 - 20	9,55	10,10	2500
37 - 44	20 - 50	10,70	11,30	3000
80 - 90	50 - 100	7,00	9,00	7500
91 - 111	100 - 200	6,50	7,00	30000
112 - 117	50 - 100	6,40	7,00	3750

Opera connessa				
Sezioni	Battente [cm]	Quota livelletta [m slm]	Quota pavimentazione [ m slm]	Volumi da recuperare [mc]
28 - 40	0 - 20	11,70	13,40	1200
53 - 69	0 - 20	11,30	12,00	1600
73 - 116	0 - 20	10,90	11,50	4300

Per tutti i tratti della nuova infrastruttura che ricadono in aree classificate ad elevata pericolosità di esondazione o che presentano indicazioni di allagabilità sono state individuate le quote minime tali da garantire la sicurezza per eventi con tempi di ritorno di duecento anni. Tutti i rilevati posti in aree ad elevato rischio idraulico sono protetti contro l'erosione derivante da eventuali fenomeni di allagamento a mezzo di gabbioni in acciaio riempiti di materiale lapideo grossolano fino alla quota della livelletta idraulica. La stessa protezione si adotta per i tratti dei rilevati in prossimità degli attraversamenti su corsi d'acqua principali. Per le restanti parti la protezione dei rilevati sarà assicurata da un'opportuna piantumazione delle scarpate con essenze vegetali autoctone.

La scelta progettuale di realizzare opere di attraversamento dei corsi d'acqua che non alterino in modo significativo il regime di deflusso delle piene nella sezione d'alveo, così come documentato dai risultati delle verifiche idrauliche, garantisce circa potenziali modifiche del trasporto solido.

Nei tratti in cui vi sia interferenza tra la struttura in progetto ed aree classificate come ad alta probabilità di inondazione vengono adottate nella realizzazione dell'opera tutte quelle misure cautelative atte, da un lato, a mettere in sicurezza le strutture nei riguardi del rischio idraulico e, dall'altro, a diminuire l'interferenza dell'opera sull'ambiente circostante.

In linea generale:

- nei tratti in rilevato si è previsto di disporre tombini e fornici atti a garantire la permeabilità del corpo stradale rispetto ai fenomeni di inondazione, limitando l'ostacolo alla naturale espansione delle acque;

- nei tratti in trincea si è previsto di disporre opere di difesa, consistenti in setti impermeabili o argini in materiali sciolti, opportunamente dimensionate per garantire il franco di 1 m rispetto alla quota prevista per la livelletta idraulica;
- viene garantita la continuità del reticolo idrografico minore, ove interferito dal tracciato stradale, attraverso l'inserimento di tombini opportunamente dimensionati;
- in tutti i tratti in cui la struttura in progetto interferisce con aree ad elevato rischio di esondazione, così come precedentemente dettagliati, è stato valutato, necessariamente in via preliminare, il volume sottratto dal corpo stradale all'inondazione delle aree e gli effetti conseguentemente indotti sulla laminazione e l'invaso delle acque esondate. Ove questi ultimi risultino significativi, dovrà prevedersi il recupero dei volumi nelle aree contermini la struttura. In tal modo si garantisce di non provocare alcun aggravio delle attuali condizioni di rischio idraulico delle aree, intervenendo in maniera il più possibile distribuita lungo l'asse del tracciato.

Le stime dei volumi da recuperare, effettuate per ogni tratto dell'opera in progetto, sono riportate nelle tabelle precedenti. Tali volumi sono stati stimati, in via preliminare, come il volume del rilevato compreso tra il piano campagna e la quota prevista della livelletta idraulica, ovvero i volumi attualmente disponibili alla libera espansione delle acque di inondazione che andranno ad essere occupati dal rilevato stradale, con riferimento ad eventi con tempo di ritorno pari a duecento anni. Ovviamente, l'esatta valutazione dei volumi, ed in particolare, l'esatta definizione degli effetti indotti dalla sottrazione dei volumi sull'assetto idraulico dovrà necessariamente essere approfondita ad un livello di progettazione superiore, necessitando di dati di dettaglio ed analisi complesse, non acquisibili o producibili in fase di progettazione preliminare. Parimenti, la localizzazione dei volumi di compenso, ove necessaria, dovrà essere effettuata di concerto con gli enti e le amministrazioni competenti sul territorio, anche in relazione ai vincoli di utilizzo del suolo e di gestione dell'assetto idraulico.

## 10 OPERE D'ARTE MAGGIORI

Le opere d'arte maggiori lungo il Sistema Tangenziale di Lucca sono rappresentate da n. 6 viadotti/ponti e da 1 sottopasso principale lungo gli assi principali, da un cavalcaferrovia urbano ad arco a via inferiore e da 3 nuovi cavalcavia autostradali realizzati lungo gli assi secondari.

Per l'Asse Nord-Sud, tra il km 0+094 ed il km 0+309 un cavalcaferrovia di 6 campate di lunghezza totale di 215 m risolve l'intersezione con la linea ferroviaria ad unico binario Lucca - Aulla e dell'adiacente via Lungo la ferrovia prima. Proseguendo verso sud, tra il km 0+825 ed il km 1+065 un cavalcavia di 7 campate di lunghezza totale di 240 m risolve l'interferenza con via per Marlia e via dell'Acqua calda.

Per l'asse Ovest-Est, al km 0+222 circa un ponte di luce di 25 m sovrappassa viale San Concordio, proseguendo verso est al km 1+400 circa la strada di progetto interferisce con l'acquedotto Nottolini, questa 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 m e da un solettone superiore di 1.2 m, la lunghezza del sottopasso è di 350 m circa. Agli imbocchi del sottopasso vi sono due coppie di muri, di lunghezza pari a 440.2 m lato Ovest e 515.5 m lato Est. Al km 2+935 circa un ponte di luce 40 m sulla strada di progetto risolve l'intersezione con il canale Ozzoretto. Dal km 3+717 al km 4+242 un viadotto di 15 campate, per una lunghezza totale di 525 m, risolve l'intersezione con la ferrovia Lucca-Pistoia-Firenze, il canale Ozzoretto e la S.S.439 Sarzanese Valdera.

In corrispondenza delle prog.ve km 0+833, km 1+750 e km 2+075 verranno realizzati tre nuovi cavalcavia con impalcato in acciaio-clc a sostituzione degli esistenti, 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.

Per l'asse Est-Ovest, dal km 3+836 al km 4+116 un cavalcaferrovia di 8 campate, per una lunghezza totale di 280 m, risolve l'intersezione con la ferrovia Lucca-Pistoia-Firenze.

In ambito urbano è stato inoltre realizzato un cavalca ferrovia Lucca-Firenze, detto cavalca ferrovia è realizzato ad arco a via inferiore, con impalcato in acciaio-clc. La lunghezza totale è di 142.65 m.

In sintesi le opere d'arte maggiori sono:

*Asse Nord-Sud*

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

*Asse Ovest-Est*

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-cls Campate 1 x 40.00 m	40.00	2+915.22	2+955.22
Viadotto Canale Ozzoretto	Cavalcavia in acciaio-cls 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-cls Campate 2 x 32.50m + 1 x 40.00m	105.00	0+833	
Nuovo cavalcavia via delle Cave	Cavalcavia in acciaio-cls Campate 2 x 32.50m + 1 x 40.00m	105.00	1+750	
Nuovo cavalcavia via Sorbanò del Vescovo	Cavalcavia in acciaio-cls Campate 2 x 27.50 m + 1 x 30.00 m + 1 x 40.00 m	125.00	2+075	

*Asse Est-Ovest*

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

*Cavalcaferrovia Lucca-Firenze*

OPERA D'ARTE NOME	TIPO	LUNGHEZZA	PROGRESSIVA	
			INIZIO	FINE
Cavalcaferrovia Lucca-Firenze	Cavalcaferrovia ad arco a via inferiore Campate 1 x 142.65 m	142.65	0+149.51	0+292.16

## 11 OPERE D'ARTE MINORI

Si riportano sinteticamente le opere d'arte minori presenti sull'infrastruttura di progetto.

Lungo l'asse Nord-Sud le opere d'arte minori sono:

OPERA D'ARTE	TIPO	DIMENSIONI NETTE INTERNE	PROGRESSIVA
NOME			
Sottopasso via Tognetti	Scotolare in c.a. 10.00 x 6.50	10.00x6.50	1+500
Sottopasso via Coselli	Scotolare in c.a. 10.00 x 6.50	10.00x6.50	3+144

Lungo la Circonvallazione di Altopascio le opere d'arte minori sono:

OPERA D'ARTE	TIPO	LUNGHEZZA	PROGRESSIVA
NOME			
Sottopasso su cavalcavia autostradale n. 1	Scotolare in c.a. 13.50 x 6.50	13.50x6.50	1+550
Sottopasso su cavalcavia autostradale n. 2	Scotolare in c.a. 13.50 x 6.50	13.50x6.50	2+200
Sottopasso su cavalcavia autostradale n. 3	Scotolare in c.a. 13.50 x 6.50	13.50x6.50	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

Progetto Preliminare

N°	Progressiva	Opere minori	Dimensioni
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
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

Progetto Preliminare

N°	Progressiva	Opere minori	Dimensioni
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 AL TOPASCIO*

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

## 12 IMPIANTI ILLUMINOTECNICI

Gli impianti in esame riguardano l'illuminazione di tutte le intersezioni presenti lungo il tracciato ed l'illuminazione dell'unica galleria artificiale "sottopasso Nottolini" presente sull'asse Ovest-Est. del Sistema Tangenziale di Lucca.

Per la progettazione preliminare degli impianti illuminotecnici si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Norma UNI 11248 illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche Ottobre 2012. La norma individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade.
- Norma EN-UNI 13201-2 Versione bilingue ottobre 2007 Illuminazione Stradale – Parte seconda: Requisiti prestazionali. La norma definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.
- 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, la norma specifica i requisiti illuminotecnici dell'impianto di illuminazione di una galleria stradale, al fine di assicurare al conducente di un veicolo, sia di giorno sia di notte, l'entrata, l'attraversamento e l'uscita dal tratto coperto a velocità almeno pari al limite di velocità locale, con un grado di sicurezza non inferiore a quello presente nei tratti di strada di cui fa parte la galleria, in condizioni adeguate di comfort visivo.

### 12.1 ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI

Gli impianti in esame riguardano l'illuminazione di tutte le intersezioni presenti lungo il tracciato del Sistema Tangenziale di Lucca.

In tutte le intersezioni, l'impianto sarà realizzato con l'impiego di corpi illuminanti dotati di lampade LED (98x1W) installati su pali in acciaio di altezza fuori terra 9m lungo le corsie e 7m in corrispondenza delle rotatorie, installati a 1,5 m dal margine stradale.

I collegamenti per essere i corpi illuminanti previsti in esecuzione a doppio isolamento partiranno per ogni Linea dal QEG tramite cavo multipolare in gomma FG7 a 3 conduttori (F-N-PE) con distribuzione monofase, infilati entro tubazioni interrato.

Il conduttore di protezione non dovrebbe essere necessario ma la presenza nel corpo illuminante, di per sé di classe II, di un trasformatore di isolamento fa decidere di prevederne l'utilizzo.

## 12.2 ILLUMINAZIONE DELLA GALLERIA

In corrispondenza dell'Asse Ovest-est è presente una galleria artificiale (sottopasso Nottolini) della lunghezza di 350 m, a doppia corsia con flusso veicolare nei due sensi di marcia ed altezza del soffitto piano di 5,02 m al centro della strada e di 5,13 m ai lati della stessa.

Secondo la Norma UNI 11095 – 2011, che tratta dell'illuminazione delle gallerie stradali, la suddetta galleria viene considerata una "galleria lunga", come tale l'illuminazione che le compete viene distinta in:

- illuminazione permanente, a luminanza media costante che si estende dalla sezione di ingresso a quella di uscita;
- illuminazione di rinforzo che integra quella permanente, garantendo l'adattamento dell'occhio.

Questi tipi di illuminazione sono progettati per una velocità di riferimento di 100 km/h, il che vuol dire che per percorrere tutta la galleria le automobili impiegano 13,5 secondi.

Le gallerie infatti, dal punto di vista illuminotecnico, vengono distinte in:

- **zona di accesso**, tratto di strada all'aperto immediatamente precedente la sezione di ingresso in galleria, di lunghezza pari alla distanza di arresto, lungo il quale il conducente di un veicolo deve essere in grado di riconoscere la presenza di un ostacolo all'interno della galleria;
- **zona di entrata**, tratto interno dalla sezione di ingresso in galleria, di lunghezza almeno pari alla distanza di arresto, lungo il quale l'illuminazione deve garantire un valore di luminanza media tale da consentire al conducente di un veicolo in avvicinamento di individuare dalla distanza di arresto l'ostacolo di riferimento. La zona di entrata è costituita da un primo tratto pari a 0,5 volte la distanza di arresto a luminanza media costante e da un secondo tratto a luminanza media trasversale decrescente linearmente;
- **zona di transizione**, tratto interno della galleria successivo alla zona di entrata, lungo il quale i valori di luminanza media stradale in una sezione trasversale della galleria vengono

ridotti gradualmente per consentire all'occhio del conducente di un veicolo di adattarsi ai livelli di luminanza più bassi della zona interna;

- **zona interna**, tratto interno della galleria successivo alla zona di transizione, lungo il quale devono essere forniti valori di luminanza media tali da consentire il percorso della galleria in sicurezza;
- **zona di uscita**, tratto interno della galleria dove, durante le ore diurne, la visibilità del conducente di un veicolo che si accinge ad uscire dalla galleria è influenzata dalla luce esterna;
- **zona immediatamente esterna**, tratto di strada all'aperto immediatamente dopo la sezione di uscita della galleria quando viene prevista anche l'illuminazione della strada anche all'aperto;
- **zone a luminanza variabile**, il secondo tratto della zona di entrata, la zona di transizione e la zona di uscita costituiscono le zone a luminanza variabile poiché in dette zone la luminanza media trasversale decresce (o cresce) con la distanza progressiva in galleria.

Su questa base si può stilare la seguente previsione di massima: Luminanza esterna 2 cd/m<sup>2</sup>

Tratto	Dist. Progr. m	Luminanza media cd/m <sup>2</sup>	Lumin. Diurna cd/m <sup>2</sup>	Lumin. Totale cd/m <sup>2</sup>
TUTTA notte	0-375	2	-	2
TUTTA giorno	0-375	4	-	4
Iniziale	0-50	65	4	69
Adattamento 1	50-75	32	4	36
Adattamento 2	75-100	22	4	26
Transizione	100-150	13	4	17
Interna	150-187,5	4	4	8

Poiché la luminanza media mantenuta delle zone esterne è stata progettata in 2 cd/m<sup>2</sup> si nota come la luminanza mantenuta notturna abbia lo stesso valore, come richiesto dalla norma mentre quella mantenuta di giorno ha valore doppio secondo i dettami della stessa.

Nelle varie sezioni di galleria sono previsti i seguenti lumi.

Tratto	Dist. Progr. m	Lumi previsti Tipo	Numero totale n.	Accesi n.
TUTTA notte	0-187,5	Proiettore a LED 50 W	32	11
TUTTA giorno	0-187,5	Proiettore a LED 50 W	32	32
Iniziale	0-50	Proiettore a LED 90 W	36	36
Adattamento 1	50-75	Proiettore a LED 70 W	14	14
Adattamento 2	75-100	Proiettore a LED 70 W	10	10
Transizione	100-150	Proiettore a LED 50 W	18	18
Interna	150-187,5	Proiettore a LED 50 W	12	12

Quanto detto per la metà galleria vale anche per l'altra metà, pertanto questi valori si ripetono per la seconda metà della galleria e, tutti insieme, per la seconda corsia:

#### Consistenza lampada nei vari tratti

Tratto	Lungh. Tratto m	Pot. lamp. W	numero n	passo m	pot tot W
TUTTA notte	0-187,5	50	32	5,84	1600
TUTTA giorno	0-187,5	50	32	5,84	1600
Iniziale	0-50	90	36	1,39	3240
Adattamento 1	50-75	70	14	1,79	980
Adattamento 2	75-100	70	10	2,50	700
Transizione	100-150	50	18	2,78	900
interna	150-187,5	50	12	4,17	600

Pertanto la potenza complessiva impegnata è  $4 \times 9,62 \text{ kW} = 38,48 \text{ kW}$ .

La distribuzione dei cavi è organizzata esclusivamente in canaletta metallica collocati presso l'intradosso del soffitto in corrispondenza dell'angolo con la parete verticale. Il raggiungimento delle apparecchiature specifiche è previsto in partenza da un contenitore di derivazione che è passibile di collegamento presa-spina lato lampada e con morsetti interni lato rete. La distribuzione avviene in trifase con le linee di un stesso circuito che alimentano tre lampade successive.

I cavi di collegamento alle lampade, saranno tutti conformi alle norme C.E.I.; saranno del tipo FG7 OM non propaganti l'incendio con totale assenza di emissioni di alogeni, gas tossici ed opachi, mentre quelli di distribuzione saranno del tipo FG10 OM1 di analoghe caratteristiche ma di resistenza al fuoco a 400°C per 90 minuti.

L'impianto è alimentato separatamente per tratti di galleria di lunghezza non superiori a 100m, garantendo in tal modo l'illuminazione della galleria anche in concomitanza di danneggiamento dell'impianto elettrico.

L'impianto di illuminazione interna potrà essere regolato tramite modulo regolatore di tensione.

## 13 CANTIERI

I criteri generali per la scelta dei siti di cantiere si sono basati essenzialmente sulla ricerca di aree di scarso pregio ambientale, che siano compatibili con le esigenze logistiche delle opere da realizzare.

Sulla base di tale premessa, i cantieri devono soddisfare ad una serie di condizioni tecniche fra le quali aree sufficientemente vaste con disponibilità di strade di accesso e fornitura di energia elettrica ed idrica.

Nell'individuazione dei siti di cantiere si sono scelti opportunamente ambiti non particolarmente sensibili, né dal punto di vista naturale, né fisico, né antropico, al fine di minimizzare le eventuali interferenze provocate durante le fasi di realizzazione dell'opera.

Come si evince dalle tavole "Planimetria con ubicazione dei siti di cantiere e viabilità di servizio" in scala 1:10.000 (elab.T00GE00CANCD02-03A) sono stati localizzati lungo la linea di progetto due tipologie di cantieri:

- cantieri base;
- cantieri operativi.

Cantieri base (sigla CB) - LOCALITA' ANTRACCOLI: al suo interno sono concentrati tutti i servizi generali di riferimento per la realizzazione delle opere previste nonché gli alloggi per il personale.

E' previsto l'impianto di un cantiere base posto in prossimità della rotatoria di progetto n. 1 in località S. Margherita nel comune di Capannori. La posizione baricentrica rispetto agli interventi di progetto ne consente un facile raggiungimento.

L'estensione dell'area è pari a 14.567 mq; attualmente sono presenti seminativi e da pianificazione comunale il terreno è destinato ad uso agricolo.

Cantieri operativi (sigla CO): sono direttamente al servizio della produzione e sono quindi attrezzati con installazioni per lo svolgimento di attività lavorative.

E' previsto l'impianto dei seguenti cantieri operativi:

### *ASSE NORD - SUD*

Per la attività di costruzione dell'infrastruttura stradale sono previsti i seguenti cantieri.

- *Cantiere operativo CO01* – 5.906 mq, posto in corrispondenza del km 0+400, uso del suolo attuale: seminativo in aree irrigue.

- *Cantiere operativo CO02* – 12.006 mq, posto in incorrispondenza del km 4+550, uso del suolo attuale: seminativo in aree irrigue.

*ASSE OVEST - EST*

- *Cantiere operativo CO03* – 4.425 mq, posto in incorrispondenza del km 3+550, uso del suolo attuale: seminativo in aree irrigue.
- *Cantiere operativo CO05* – 4.337 mq, posto in incorrispondenza del km 1+300, uso del suolo attuale: seminativo in aree irrigue.

*CAVALCAFERROVIA LUCCA- FIRENZE*

- *Cantiere operativo CO04* – 4.584 mq, posto in incorrispondenza del km 0+350, uso del suolo attuale: Colture permanenti. Incolti e zone verdi artificiali.

*ASSE EST - OVEST*

- *Cantiere operativo CO06* – 4.696 mq, posto in incorrispondenza del km 2+600, uso del suolo attuale: seminativo in aree irrigue.

*OPERA CONNESSA*

- *Cantiere operativo CO07* – 3.871 mq, posto in incorrispondenza del km 1+100, uso del suolo attuale: seminativo in aree irrigue.

*CIRCONVALLAZIONE ALTOPASCIO*

- *Cantiere operativo CO08* – 3.691 mq, posto in incorrispondenza del km 2+600, uso del suolo attuale: seminativo in aree irrigue.

## 14 BILANCIO MATERIE

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

	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	11.336	12.923	2.155	6.414	5.667	7.869	27.355	14.275
7	CAVALCAFERROVIA FS LUCCA – FIRENZE	4.347	1.466	454	1.143	645	645	8.828	781
	<b>VOLUMI TOTALI</b>	<b>423.070</b>	<b>246.693</b>	<b>27.803</b>	<b>84.358</b>	<b>70.710</b>	<b>91.560</b>	<b>357.465</b>	<b>172.873</b>

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
<b>VOLUMI TOTALI</b>	<b>54.000</b>	0,92	<b>49.680</b>

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

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.

<b>BILANCIO MATERIALI</b>				
	<b>(A) VOLUMI VERSO CAVE/IMPIANTI mc</b>	<b>(B) VOLUMI DA CAVE/IMPIANTI mc</b>	<b>(C) TERRENO VEGETALE VERSO IMPIANTO mc</b>	<b>(D) TERRENO VEGETALE DA IMPIANTO mc</b>
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
<b>VOLUMI TOTALI</b>	<b>246.693</b>	<b>663.091</b>	<b>91.560</b>	<b>51.862</b>

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).

## 15 MISURE DI MITIGAZIONE, COMPENSAZIONE E ATTUAZIONE PMA

### 15.1 OPERE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE

Nell'ambito del progetto preliminare del Sistema tangenziale di Lucca sono previste delle opere di mitigazione e compensazione necessarie ed idonee al contenimento degli impatti generati dall'infrastruttura. Tali interventi sono stati individuati nello Studio di Impatto Ambientale, al quale integralmente si rimanda, con riferimento agli specifici ambiti territoriali interferiti dall'asse di progetto.

Le **opere di mitigazione** sono concentrate dove il livello degli impatti previsti sul sistema antropico e sull'ambiente naturale registrerà valori più elevati e riguardano gli interventi di progetto ed i siti di cantiere.

Per il contenimento delle ripercussioni ambientali del progetto in esame sono state previste le seguenti tipologie di intervento:

- opere a verde;
- mitigazioni acustiche.

Le opere a verde hanno la funzione di mitigazione per le componenti vegetazione e paesaggio, in termini di continuità e integrazione con il contesto territoriale di riferimento.

Nello specifico si prevedono le seguenti tipologie di interventi:

- Inerbimento a spaglio;
- Inerbimento tramite idrosemina;
- Siepe leggera;
- Siepe pesante;
- Imboschimento con specie arboree (*Quercus Carpineto*);
- Sistemazione delle aiuole delle aree di svincolo;
- Piantagione essenze arboree a schermatura delle pile dei viadotti;
- Ripristino aree di cantiere.

Per quanto attiene gli interventi di mitigazione acustica questi risultano distribuiti lungo il tracciato.

La metodologia adottata, che prevede la mitigazione completa sulla sorgente e sulla propagazione (tramite l'utilizzo di pavimentazione fonoassorbente, l'adozione di barriere ed interventi diretti ai ricettori), ha comportato la messa in opera di un totale di 1444 metri lineari di barriere artificiali antirumore (di altezza variabile tra 2 m e 5m), di cui 451 m di tipo fonoisolante e 993 m di tipo fonoassorbente entrambe le due tipologie in PMMA.

A tutela della qualità delle acque è stato previsto, nelle aree in cui si è riscontrata una elevata vulnerabilità del territorio rispetto ai possibili carichi inquinanti contenuti nelle acque di dilavamento della piattaforma stradale, un sistema di drenaggio delle acque di piattaforma di tipo chiuso che le raccoglie e convoglia in apposite vasche di trattamento a valle delle quali avviene lo smaltimento nei ricettori naturali. Tale sistema è stato applicato su gran parte del tracciato; negli altri tratti si è optato per uno schema di tipo aperto, senza il trattamento delle acque di scarico.

Le misure di mitigazione successive allo smantellamento dei cantieri coincidono in termini generali con le attività di ripristino e rinaturalizzazione delle aree utilizzate. Le opere relative sono naturalmente collegate alla natura specifica dei siti ed al loro assetto ante-operam; i suoli occupati temporaneamente in fase di cantiere saranno restituiti agli usi preesistenti. Il rimodellamento degli strati superficiali del suolo avviene utilizzando gli strati di suolo superficiali ottenuti dallo scotico effettuato nelle fasi preliminari oppure, solo ove questo non sia disponibile, utilizzando suolo superficiale portato in sito da fornitore.

Al termine dei lavori del cantiere le superfici temporaneamente occupate vengono ripulite da qualsiasi rifiuto, da eventuali sversamenti accidentali o dalla presenza di inerti, conglomerati o altri materiali estranei.

I terreni da restituire agli usi agricoli, se risultano compattati durante la fase di cantiere, devono essere lavorati prima della ristrutturazione degli orizzonti rimossi.

La lavorazione prevedrà due fasi successive:

- la ripuntatura, lavorazione principale di preparazione, ottiene l'effetto di smuovere ed arieggiare il terreno, senza mescolare gli strati del suolo;
- la fresatura, consiste nello sminuzzamento del terreno e viene effettuata con strumenti di lavoro con corpo lavorante a rotore orizzontale dotato di utensili elastici, viene impiegata per evitare la formazione della suola di lavorazione, che potrebbe costituire un fattore limitante nell'approfondimento delle radici delle specie coltivate. Dopo la ristrutturazione finale degli strati superficiali, verrà quindi effettuata una fresatura leggera in superficie. Se la stagione dell'intervento lo consente è opportuno quindi procedere alla immediata semina di un erbaio da sovescio (le radici delle leguminose svolgono un'importante funzione miglioratrice grazie al processo di azotofissazione che rende disponibili nel terreno consistenti quantità di azoto). Il terreno dei cantieri viene quindi restituito ai conduttori dei fondi come erbai da sovescio.

Le **opere di compensazione** sono ubicate in corrispondenza dell'Asse Nord-sud e dell'Asse Ovest-est, laddove l'area interessata dal tracciato di progetto ricade in ambiti di interesse naturalistico e/o paesaggistico (maglia agraria storica).

Al fine di integrare l'infrastruttura con il territorio e di ridurre l'impatto si propongono interventi areali che hanno come scopo quello di valorizzare e salvaguardare gli elementi connotativi del paesaggio tipico della Piana di Lucca.

Gli ambiti individuati ricadono in aree agricole ed aree naturali della Piana, con l'obiettivo di realizzare una connessione con la maglia territoriale attraverso lo spazio disegnato e strutturato da interventi di tutela e di ripristino degli elementi primari della matrice rurale storica; con l'intento di ricucire parte del corridoio ecologico mediante l'inserimento di aree verdi boscate, elementi singoli e filari significativi da un punto di vista naturalistico.

Si prevedono le seguenti tipologie di interventi:

- Inerbimento tramite semina a spaglio nelle aree di ambito agricolo e boscato;
- Filari campestri;
- Siepe campestri;
- Rinaturalizzazione dei fossi e dei canali;
- Rimboschimento con specie arboree (*Populo Salicetum*).

Relativamente alla quantificazione economica dei suddetti interventi di mitigazione e compensazione sulla base dell'art.165 comma 3 del D.Lgs.163/2006 e s.m.i.: *"... il progetto preliminare delle infrastrutture ... deve inoltre indicare ed evidenziare anche le caratteristiche prestazionali, le specifiche funzionali e i limiti di spesa dell'infrastruttura da realizzare, ivi compreso il limite di spesa, comunque non superiore al due per cento dell'intero costo dell'opera, per le eventuali opere e misure compensative dell'impatto territoriale e sociale strettamente correlate alla funzionalità dell'opera. Nella percentuale indicata devono rientrare anche gli oneri di mitigazione di impatto ambientale individuati nell'ambito della procedura di VIA, fatte salve le eventuali ulteriori misure da adottare nel rispetto di specifici obblighi comunitari"*.

## 15.2 ATTUAZIONE PMA

Il Progetto Preliminare del Sistema Tangenziale di Lucca definisce le Linee Guida che contengono gli obiettivi e i criteri metodologici generali del progetto di monitoraggio ambientale (PMA) che verrà sviluppato in fase di progettazione definitiva, al fine di garantire l'armonizzazione delle opere progettuali stesse con l'ambiente ed il territorio interessato, utilizzando tutte le soluzioni tecnico-progettuali, anche di notevole impegno, che rendano possibile il conseguimento di tale obiettivo. A tale scopo è necessario fare riferimento ad un

sistema di monitoraggio ambientale, opportunamente esteso a tutte le componenti analizzate nello SIA, che, attraverso la restituzione di dati continuamente aggiornati, fornisca indicazioni sui trend evolutivi e consenta la misura dello stato complessivo dell'ambiente e del verificarsi di eventuali impatti.

### 15.3 QUANTIFICAZIONE ECONOMICA

Sulla base della **quantificazione economica** delle opere di compensazione e mitigazione ambientale individuate e dell'attuazione del PMA è emerso che il costo totale delle suddette opere è pari a:

	OPERE A VERDE MITIGAZIONI E COMPENSAZIONI	ESPROPRI X COMPENS.	INTERV. MITIG. ACUSTICA	ATTUAZIONE PMA	
Asse Nord-sud	770.296,37€	1.921.297,00€	393.801,13€	250.000,00€	
Adeguamento SS12	41.376,35€	-	229.822,18€	25.000,00€	
Asse Ovest-est	136.249,71€	78.192,00€	214.785,85€	250.000,00€	
Asse Est-ovest	49.036,50€	-	39.865,57€	180.000,00€	
Opera connessa	21.687,36€	-	336.450,08€	70.000,00€	
Circonv. Altopascio	62.659,51€	-	-	70.000,00€	
Cavalcavia LU-FI	4.230,52€	-	-	50.000,00€	
Intersez. Lucca est	27.820,68€	-	-	35.000,00€	
Intersez. Antraccoli	24.852,02€	-	70.889,22€	70.000,00€	<b>totale</b>
	<b>1.138.209,02€</b>	<b>1.999.489,00€</b>	<b>1.285.614,03€</b>	<b>1.000.000,00€</b>	<b>5.423.312,05€</b>

Il costo totale dell'opera depurato dalle opere di compensazione, di mitigazione ambientale e dell'attuazione del PMA è pari a € 267.243.856,70 e l'importo di € 5.423.312,05 rappresenta il 2% del valore, in questo modo si rientra pienamente nella percentuale prevista dal D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii..

## 16 LE INTERFERENZE

Dalla ricognizione effettuata, le principali reti ed impianti di pubblici servizi interferenti con l'opera in progetto, riportate sulle specifiche planimetrie, sono le seguenti:

- linee elettriche gestite dall'ENEL
- linee telefoniche gestite dalla TELECOM
- condotte di gas metano della SNAM
- condotte di gas metano della GESAM
- distribuzione della rete idrica GEAL

Per le indicazioni economiche, i dati tecnici per la risoluzione delle interferenze nonché gli espliciti riferimenti ai contatti attivati presso gli Enti gestori, si rimanda alla specifica relazione tecnica sulle interferenze allegata al presente Progetto.

## 17 LE ESPROPRIAZIONI

Con riferimento alle prescrizioni progettuali, è stata successivamente accertata e riportata sugli elaborati allegati al progetto, la tipologia di occupazione in:

- aree da espropriare
- aree da asservire
- aree da occupare temporaneamente.

L'occupazione delle aree interessate alla realizzazione dell'opera potrà essere permanente (sede stradale e aree intercluse) o temporanea (cantieri).

Per la definizione delle aree si è fatto riferimento ai seguenti criteri:

### **Aree di esproprio definitivo**

Le aree sono state definite sulla base dell'ingombro stradale in funzione delle diverse tipologie di sezioni:

- Sezioni in scavo e/o rilevato: dal piede della scarpata si riporta una fascia di 5 metri comprendente il fosso di guardia.
- Sezioni con muri di sostegno: dal limite del muro si riporta una fascia di 2 metri;
- Sezioni in viadotto: si riporta una fascia di 2 metri oltre la proiezione dell'impalcato sul terreno.

La realizzazione del progetto comporterà un esproprio definitivo per complessivi circa 84 ettari.

### **Aree di esproprio temporaneo**

Sono state definite sulla base dell'area occupata dai cantieri. Le aree dei cantieri sono state individuate in relazione alle necessità operative e di collegamento alla viabilità principale.

Le particelle interessate, ove di modesta consistenza, sono state oggetto di esproprio per l'intera superficie. Nei casi di particelle consistenti, la zona da espropriare è stata definita sulla base delle effettive esigenze di superficie. In ogni caso si è cercato di non produrre reliquati e/o zone intercluse e sono state preservate aree con presenza di alberature.

La destinazione d'uso delle aree oggetto di esproprio temporaneo è a seminativo. A fine lavori le aree verranno rese libere da ingombri e spianate in modo da ricondurle al loro stato originario.

Complessivamente è previsto un esproprio temporaneo per complessivi circa 6 ettari.

### **Aree di esproprio per compensazione ambientale**

Le previste aree di compensazione ambientale daranno luogo a un esproprio definitivo per circa 9 ettari.

### **Aree relative alla fascia di rispetto**

Sono stati considerati 30 m dal limite di esproprio.

Per quanto attiene ai criteri utilizzati per la definizione delle aree interessate e per la valutazione delle indennità, calcolate tenendo conto della normativa vigente in materia – D.P.R. n.327 del 08/06/2001 e s.m.i. (Testo Unico sugli espropri) - e delle recenti interpretazioni giurisprudenziali, si rimanda integralmente alla Relazione sugli espropri (elab. T00ES00ESPRES01A).

## **18 CRONOPROGRAMMA ED ITER PROCEDURALE PROPOSTO**

Si riporta di seguito il cronoprogramma generale delle attività previste per il completamento dell'iter progettuale, ai sensi delle procedure di cui al D.Lgs. 163/06 e s.m.i., e per la esecuzione dei lavori.

Il cronoprogramma è stato elaborato considerando la realizzazione dell'opera mediante appalto integrato da individuare a seguito di gara da espletare sulla base di un Progetto Definitivo (l'appalto delle opere sarà a mezzo di procedura ristretta ai sensi dell'art. 55 del D.Lgs 163/06, mediante offerta economicamente più vantaggiosa).

Il tempo previsto per la esecuzione dei lavori, è stato stimato in mesi 24, a valle della redazione delle fasi progettuali di progetto definitivo e progetto esecutivo e dei tempi approvativi.

SISTEMA TANGENZIALE EST DI LUCCA - CRONOPROGRAMMA GENERALE DELLE ATTIVITA'																				
	Mesi	2012	2013			2014			2015			2016			2017			2018		
		11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12	10 11 12					
completamento procedura CIPE e SIA su preliminare	12	█																		
Approvazione CIPE	2			█																
redazione Progetto Definitivo	8				█	█	█													
Conferenza di Servizi	8					█	█	█	█											
Pubblica Utilità	2								█											
Bando di gara ed aggiudicazione definitiva	8								█	█	█									
sviluppo Progetto Esecutivo (*)	9										█	█	█							
esecuzione Lavori	24												█	█	█	█	█	█	█	
Collaudi e messa in esercizio	1																		█	

(\*) comprese verifiche e approvazioni ANAS

## **19 QUADRO ECONOMICO**

Il Quadro Economico dell'intervento prevede un importo complessivo dell'investimento pari ai € 269.559.487,38, di cui € 162.941.152,28 per lavori più servizi, € 71.458.401,96 per somme a disposizione, oltre a € 35.159.933,14 per oneri di investimento, come da tabella di seguito riportata. L'IVA, per memoria, è pari ad € 36.037.326,35.

**SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA**  
**Quadro Economico**

Totale

<b>A) Lavori a base di Appalto</b>				
a1	Sommano i Lavori a Corpo e a Misura		€ 152.315.910,89	
a2	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso		€ 8.375.560,79	
a3	a sommare spese tecniche relative alla progettazione esecutiva		€ 2.249.680,60	
<b>a4</b>	<b>Totale lavori più servizi</b>	a1+a2+a3	€ 162.941.152,28	<b>€ 162.941.152,28</b>
a5	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza non soggetti a ribasso		€ 8.375.560,79	
<b>a6</b>	<b>Importo lavori soggetto a ribasso</b>	a4-a5	€ 154.565.591,49	
<b>B) Somme a disposizione della stazione appaltante</b>				
b1	Interferenze		€ 5.500.000,00	
b2	Rilievi, accertamenti ed indagini		€ 300.000,00	
b3	Allacciamenti ai pubblici servizi		€ 750.000,00	
b4	Imprevisti	max 10 %	€ 8.034.573,58	
b5	Acquisizione Aree ed Immobili Imposte di registro, ipotecarie e catastali		€ 53.151.750,00	
b6	Fondo di incentivazione art.92 c. 7 D.Leg. 163/06 e s.m.i.	1,00%	€ 1.606.914,72	
b7	Spese tecniche per attività di collaudo	0,1502%	€ 241.358,59	
b8	per i Commissari di cui all'art.240 c. 10 del D.Leg. 163/06 ex art. 31/bis comma 1/bis della L: 109	0,10%	€ 160.691,47	
b9	spese per Commissioni giudicatrici art 84 c. 11 D:Leg. 163/06	0,10%	€ 160.691,47	
b10	Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche		€ 135.000,00	
b11	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche	0,80%	€ 1.285.531,77	
b12	Spese per domanda di pronuncia di compatibilità ambientale ( solo nel caso in cui questa voce ricorra, lo 0,05% andrà applicato ai seguenti importi: (a4+b1+b2+b3+b4+b6+b7+b10+b11)+IVA relativa alle voci elencate	0,05%	€ 109.380,69	
b13	Oneri di legge su spese tecniche (4% di b7, b8, b9)		€ 22.509,66	
<b>b14</b>	<b>Totale Somme a Disposizione</b>		€ 71.458.401,96	<b>€ 71.458.401,96</b>
<b>C) Oneri d'investimento</b>		15%	€ 35.159.933,14	<b>€ 35.159.933,14</b>
	<b>Totale Importo Investimento</b>	a4+b14+C	€ 269.559.487,38	<b>€ 269.559.487,38</b>
<b>D) IVA per memoria</b>		21%	€ 36.037.326,35	

Sistema Tangenziale di Lucca

Progetto Preliminare

L'intervento complessivo è stato suddiviso in 9 lotti funzionali, così come di seguito riportato:

SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA												
Quadro Economico												
		Asse Nord-Sud	Adeguamento SS12	Asse Ovest-Est	Asse Est-Ovest	Opera connessa	Circonvallazione Altopascio	Cavalcaferrovia Lucca-Firenze	Intersezione Lucca Est	Intersezione Antraccoli		Totale
<b>A) Lavori a base di Appalto</b>												
a1 Sommano i Lavori a Corpo e a Misura		€ 28.011.167,12	€ 6.191.329,25	€ 76.764.640,30	€ 15.010.248,07	€ 7.889.171,59	€ 12.073.246,74	€ 5.165.176,29	€ 364.235,47	€ 846.696,06		€ 152.315.910,89
a2 a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso		€ 1.540.280,54	€ 340.449,36	€ 4.221.140,84	€ 825.384,85	€ 433.810,47	€ 663.884,76	€ 284.023,17	€ 20.028,61	€ 46.558,20		€ 8.375.560,79
a3 a sommare spese tecniche relative alla progettazione esecutiva		€ 413.720,27	€ 91.444,90	€ 1.133.800,94	€ 221.698,86	€ 116.521,75	€ 178.319,84	€ 76.288,79	€ 5.379,70	€ 12.505,56		€ 2.249.680,60
<b>a4 Totale lavori più servizi</b>	a1+a2+a3	€ 29.965.167,92	€ 6.623.223,51	€ 82.119.582,07	€ 16.057.331,78	€ 8.439.503,80	€ 12.915.451,34	€ 5.525.488,25	€ 389.643,78	€ 905.759,82		€ 162.941.152,28
a5 a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza non soggetti a ribasso		€ 1.540.280,54	€ 340.449,36	€ 4.221.140,84	€ 825.384,85	€ 433.810,47	€ 663.884,76	€ 284.023,17	€ 20.028,61	€ 46.558,20		€ 8.375.560,79
<b>a6 Importo lavori soggetto a ribasso</b>	a4-a5	€ 28.424.887,39	€ 6.282.774,15	€ 77.898.441,24	€ 15.231.946,93	€ 8.005.693,34	€ 12.251.566,58	€ 5.241.465,08	€ 369.615,17	€ 859.201,62		€ 154.565.591,49
<b>B) Somme a disposizione della stazione appaltante</b>												
b1 Interferenze		€ 1.011.459,79	€ 223.563,71	€ 2.771.906,88	€ 542.007,49	€ 284.871,38	€ 435.954,83	€ 186.510,19	€ 13.152,24	€ 30.573,49		€ 5.500.000,00
b2 Rilievi, accertamenti ed indagini		€ 55.170,53	€ 12.194,38	€ 151.194,92	€ 29.564,04	€ 15.538,44	€ 23.779,35	€ 10.173,28	€ 717,39	€ 1.667,64		€ 300.000,00
b3 Allacciamenti ai pubblici servizi		€ 137.926,33	€ 30.485,96	€ 377.987,30	€ 73.910,11	€ 38.846,10	€ 59.448,39	€ 25.433,21	€ 1.793,49	€ 4.169,11		€ 750.000,00
b4 Imprevisti	max 10 %	€ 1.477.572,38	€ 326.588,93	€ 4.049.289,06	€ 791.781,65	€ 416.149,10	€ 636.856,58	€ 272.459,97	€ 19.213,20	€ 44.662,71		€ 8.034.573,58
b5 Acquisizione Aree ed Immobili Imposte di registro, ipotecarie e catastali		€ 5.806.684,00	€ -	€ 33.383.790,47	€ 4.356.594,79	€ 2.904.287,00	€ 6.006.189,00	€ 290.429,00	€ 158.029,53	€ 245.746,21		€ 53.151.750,00
b6 Fondo di incentivazione art.92 c. 7 D.Leg. 163/06 e s.m.i.	1,00%	€ 295.514,48	€ 65.317,79	€ 809.857,81	€ 158.356,33	€ 83.229,82	€ 127.371,32	€ 54.491,99	€ 3.842,64	€ 8.932,54		€ 1.606.914,72
b7 Spese tecniche per attività di collaudo	0,1502%	€ 44.386,27	€ 9.810,73	€ 121.640,64	€ 23.785,12	€ 12.501,12	€ 19.131,17	€ 8.184,70	€ 577,16	€ 1.341,67		€ 241.358,59
b8 per i Commissari di cui all'art.240 c. 10 del D.Leg. 163/06 ex art. 31/bis comma 1/bis della L: 109	0,10%	€ 29.551,45	€ 6.531,78	€ 80.985,78	€ 15.835,63	€ 8.322,98	€ 12.737,13	€ 5.449,20	€ 384,26	€ 893,25		€ 160.691,47
b9 spese per Commissioni giudicatrici art 84 c. 11 D:Leg. 163/06	0,10%	€ 29.551,45	€ 6.531,78	€ 80.985,78	€ 15.835,63	€ 8.322,98	€ 12.737,13	€ 5.449,20	€ 384,26	€ 893,25		€ 160.691,47
b10 Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche		€ 15.000,00	€ 15.000,00	€ 15.000,00	€ 15.000,00	€ 15.000,00	€ 15.000,00	€ 15.000,00	€ 15.000,00	€ 15.000,00		€ 135.000,00
b11 Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche	0,80%	€ 236.411,58	€ 52.254,23	€ 647.886,25	€ 126.685,06	€ 66.583,86	€ 101.897,05	€ 43.593,60	€ 3.074,11	€ 7.146,03		€ 1.285.531,77
b12 Spese per domanda di pronuncia di compatibilità ambientale ( solo nel caso in cui questa voce ricorra, lo 0,05% andrà applicato ai seguenti importi: (a4+b1+b2+b3+b4+b6+b7+b10+b11)+IVA relativa alle voci elencate	0,05%	€ 20.109,36	€ 4.451,86	€ 55.093,93	€ 10.780,15	€ 5.670,20	€ 8.672,61	€ 3.715,51	€ 270,44	€ 616,65		€ 109.380,69
b13 Oneri di legge su spese tecniche (4% di b7, b8, b9)		€ 4.139,57	€ 914,97	€ 11.344,49	€ 2.218,26	€ 1.165,88	€ 1.784,22	€ 763,32	€ 53,83	€ 125,13		€ 22.509,66
<b>b14 Totale Somme a Disposizione</b>		€ 9.163.477,19	€ 753.646,12	€ 42.556.963,31	€ 6.162.354,26	€ 3.860.488,86	€ 7.461.558,77	€ 921.653,17	€ 216.492,57	€ 361.767,70		€ 71.458.401,96
<b>C) Oneri d'investimento</b>	15%	€ 5.869.296,77	€ 1.106.530,45	€ 18.701.481,81	€ 3.332.952,91	€ 1.844.998,90	€ 3.056.551,52	€ 967.071,21	€ 90.920,45	€ 190.129,13		€ 35.159.933,14
<b>Totale Importo Investimento</b>	a4+b14+C	€ 44.997.941,89	€ 8.483.400,08	€ 143.378.027,19	€ 25.552.638,94	€ 14.144.991,56	€ 23.433.561,63	€ 7.414.212,64	€ 697.056,81	€ 1.457.656,64		€ 269.559.487,38
<b>D) IVA per memoria</b>	21%	€ 6.625.263,59	€ 1.466.842,21	€ 18.151.057,69	€ 3.551.720,19	€ 1.868.228,62	€ 2.857.384,58	€ 1.224.249,70	€ 89.260,70	€ 203.319,07		€ 36.037.326,35

Si ribadisce che la **quantificazione economica** delle opere di compensazione e mitigazione ambientale individuate e dell'attuazione del PMA è pari a:

	MITIGAZIONI E COMPENSAZIONI			ATTUAZIONE PMA	
	OPERE A VERDE	ESPROPRI X COMPENS.	INTERV. MITIG. ACUSTICA		
Asse Nord-sud	770.296,37€	1.921.297,00€	393.801,13€	250.000,00€	
Adeguamento SS12	41.376,35€	-	229.822,18€	25.000,00€	
Asse Ovest-est	136.249,71€	78.192,00€	214.785,85€	250.000,00€	
Asse Est-ovest	49.036,50€	-	39.865,57€	180.000,00€	
Opera connessa	21.687,36€	-	336.450,08€	70.000,00€	
Circonv. Altopascio	62.659,51€	-	-	70.000,00€	
Cavalcavia LU-FI	4.230,52€	-	-	50.000,00€	
Intersez. Lucca est	27.820,68€	-	-	35.000,00€	
Intersez. Antraccoli	24.852,02€	-	70.889,22€	70.000,00€	<b>totale</b>
	<b>1.138.209,02€</b>	<b>1.999.489,00€</b>	<b>1.285.614,03€</b>	<b>1.000.000,00€</b>	<b>5.423.312,05€</b>

Il costo totale dell'opera depurato dalle opere di compensazione, di mitigazione ambientale e dell'attuazione del PMA è pari a € 269.559.487,38 e l'importo di € 5.423.312,05 rappresenta il 2% del valore, in questo modo si rientra pienamente nella percentuale prevista dal D.Lgs. 163/2006 e s.m.i..