

S.G.C. E78 GROSSETO – FANO

Tratto Siena Bettolle (A1)

Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena–Ruffolo (Lotto 0)

PROGETTO DEFINITIVO

COD. FI-81

R.T.I. di PROGETTAZIONE: Mandataria Mandante



PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi – Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Riccardo Formichi – Pro Iter srl
Ordine Ing. di Milano n. 18045

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanatica – Pro Iter srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Enrico Moretti – Erre.vi.a. srl
Ordine Ing. di Milano n. 16237

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Francesco Pisani



PROTOCOLLO

DATA

05 - PROGETTO STRADALE

05.01 - Ambito generale

Relazione tecnica del progetto stradale (comprensiva della relazione ex. Art.4 DM 22/04/2004)

CODICE PROGETTO

NOME FILE
T00PS00TRARE01C.pdf

REVISIONE

SCALA

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

DPFI0081

D

20

CODICE ELAB. T00PS00TRARE01

C

D

C

B

A

REV.

Revisione per istruttoria ANAS

Revisione per istruttoria ANAS

Emissione

DESCRIZIONE

Luglio 2021

Maggio 2021

Ottobre 2020

DATA

BADALACCO F.

BADALACCO F.

BADALACCO F.

REDATTO

VIGANO'

VIGANO'

VIGANO'

VERIFICATO

FORMICHI

FORMICHI

FORMICHI

APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
3	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA.....	5
3.1	Descrizione generale dell'intervento.....	5
3.2	Progetto asse principale.....	7
3.3	Progetto Svincoli.....	7
3.4	Sintesi degli standard progettuali adottati.....	8
3.5	Sezioni tipo.....	10
3.5.1	Asse principale.....	10
3.5.2	Rampe di svincolo.....	16
4	RELAZIONE EX ART. 4 DM 22/04/2004.....	20
4.1	Analisi della strada esistente.....	20
4.2	Interventi di potenziamento e messa in sicurezza.....	23
4.3	Stima dell'incidentalità, analisi quantitativa "before-after".....	24
4.4	Conclusioni.....	33
5	PROGETTO STRADALE.....	35
5.1	Criteri progettuali asse principale.....	35
5.1.1	Tracciato planimetrico.....	35
5.1.2	Profilo longitudinale.....	39
5.1.3	Diagrammi di velocità e visibilità.....	45
5.2	Caratteristiche progettuali degli assi principali.....	47
5.2.1	Caratteristiche planimetriche.....	47
5.2.1.1	Fano – Grosseto.....	47
5.2.1.2	Grosseto – Fano.....	50
5.2.2	Caratteristiche altimetriche.....	52
5.2.3	Diagrammi di Velocità e Visibilità.....	54
5.3	Criteri progettuali delle intersezioni livelli sfalsati.....	58
5.4	Caratteristiche progettuali delle intersezioni a livelli sfalsati.....	62
5.4.1	Svincolo Cerchiaia.....	62
5.4.1.1	Rampe.....	62
5.4.1.2	Diagrammi di velocità e visibilità.....	66
5.4.1.3	Corsie Specializzate.....	67
5.4.2	Svincolo Ruffolo.....	69
5.4.2.1	Rampe.....	69
5.4.2.2	Diagrammi di velocità e visibilità.....	73
5.4.2.3	Corsie Specializzate.....	74
5.4.3	Area di Servizio carreggiata Grosseto – Fano.....	76
5.4.3.1	Corsie Specializzate.....	76
5.5	Criteri progettuali delle intersezioni a rotatoria.....	77
5.5.1	Geometria della rotatoria e analisi di visibilità.....	78
5.6	Caratteristiche progettuali delle intersezioni a rotatoria.....	79
5.7	Caratteristiche progettuali delle viabilità interferite.....	82
5.7.1	Deviazione strada di Cerchiaia (accesso Ads Gas).....	83
5.7.2	Ripristino accesso proprietà zona Galleria San Lazzero.....	84
5.7.3	Nuova strada di accesso aree interne Svincolo di Ruffolo.....	84
5.7.4	Deviazioni strade poderali Svincolo di Ruffolo (strade poderali 1 e 5).....	85
5.7.5	Deviazione strada poderale Svincolo di Cerchiaia (strada poderale 7).....	85
5.7.6	Deviazioni strade poderali in affiancamento al tracciato principale (strade poderali 2 -3 – 4 – 6)	

Relazione tecnica del progetto stradale (comprensiva della relazione ex. Art.4 DM 22/04/2004)

RTP di progettazione:

Mandataria

Mandanti



.....	86
5.8 Verifiche visibilità accessi esistenti	86
6 DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE	89
6.1 Pavimentazione di progetto	89
6.2 Metodo di calcolo di riferimento	89
6.3 Fase di pre-dimensionamento secondo il Metodo CNR	90
6.3.1 Tipologia di strada	90
6.3.2 Traffico	90
6.3.3 Sottofondo	92
6.3.4 Risultati CNR	92
6.4 Verifica metodo empirico AASHTO pavimentazione definito da CNR	93
6.4.1 Calcolo di N8.2	93
6.4.2 Calcolo di W8.2	94
6.4.3 Verifica	95
6.5 Verifica metodo empirico AASHTO pavimentazione di progetto	96
7 DISPOSITIVI DI RITENUTA	97
7.1 Generalità	97
7.2 Normativa Tecnica di Riferimento	97
7.3 Definizione del tipo, della classe e scelta dei dispositivi	98
7.4 Criteri per la definizione della modalità di installazione delle barriere Bordo Laterale	102
7.5 Criteri per la definizione della modalità di installazione delle barriere Bordo Opera	103
7.6 Lunghezze di transizione	104
7.7 Transizioni	104
7.8 Protezione degli ostacoli laterali	105
ALLEGATO A - TABULATI VERIFICHE PLANIMETRICHE	107

1 PREMESSA

La presente relazione tratta gli aspetti tecnico-stradali legati all'intervento in oggetto che, come descritto in maniera esplicativa nella relazione generale di progetto, riguarda la progettazione definitiva dell'adeguamento, da due a quattro corsie, del tronco stradale della SS n. 223 "di Paganico" nel tratto compreso tra lo svincolo con la Tangenziale Ovest di Siena (km 67.5 del tratto Grosseto-Siena) e lo svincolo di Ruffolo (km 2.800 del tratto Siena-Bettolle), comprensivo degli svincoli di inizio e fine intervento, al fine di realizzare un'arteria assimilabile ad una strada di tipo extraurbano principale (tipo B, a carreggiate separate – v. D.M. 05/11/2001), garantendo la continuità dell'Itinerario Internazionale E78 – S.G.C. "Grosseto – Fano".

La presente relazione assume anche la valenza, tramite il relativo capitolo dedicato, di "specifica relazione di analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza" ai sensi dell'art. 4 del D.M. 22/04/2004.

All'interno della presente relazione sono inoltre trattati in maniera esaustiva le tematiche relative alla pavimentazione e ai dispositivi di sicurezza stradale.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente progetto, relativamente agli aspetti stradali, è stato redatto sulla base dei seguenti riferimenti normativi:

- D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada";
- D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada";
- DM 05-11-01, n. 6792 e s.m.i.: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22-04-2004, n. 67/S: "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n.6792";
- DM 05-06-01, G.U. n.217: "Sicurezza nelle Gallerie Stradali";
- DM 18-02-92, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", così come aggiornato dal DM 21/06/04: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
- DM 28-06-2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale", pubblicato sulla G.U. n. 233 del 06-10-2011;
- DM 19-04-06 "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", pubblicato sulla G.U. n. 170 del 24-07-06;

In merito all'intervento in oggetto, l'impostazione progettuale adottata è in linea con quella del Progetto Preliminare e prevede il riutilizzo della strada esistente come sede di una delle due carreggiate della nuova strada configurando l'intervento come "adeguamento di strada esistente" per il quale la norma cogente di riferimento è rappresentata dal DM 22/04/2004.

In relazione a ciò si ritiene opportuno sviluppare alcune considerazioni relative all'inquadramento normativo posto a base dello sviluppo progettuale.

L'atto di regolamentazione normativa per la costruzione delle strade, che trova le sue origini nell'art. 13 del D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285, è il D.M. 5 novembre 2001 n. 6792 con le allegate "Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade". Queste norme, inizialmente pensate, come recita l'art. 2 del citato D.M., sia per la costruzione di nuovi tronchi stradali sia per l'adeguamento di tronchi stradali esistenti, sono state limitate con il successivo D.M. 22 Aprile 2004 alle sole strade di nuova costruzione, ed indicate quale riferimento per l'adeguamento di quelle esistenti, prevedendo l'emanazione di specifiche norme per quest'ultima tipologia di interventi.

A tal fine, con D.M. 634-CD del 30.6.2004 è stata nominata una apposita Commissione, in cui Anas aveva il proprio rappresentante, incaricata di redigere le "Norme per gli adeguamenti delle strade esistenti". I lavori si sono protratti per circa due anni ed hanno visto l'attiva partecipazione sia di figure del mondo accademico (Università degli Studi di Firenze), sia di esponenti di organismi che le infrastrutture le progettano, le costruiscono e le gestiscono (Anas, Aiscat, ASPI).

L'allora Dipartimento per le Infrastrutture stradali, l'Edilizia e la Regolazione dei Lavori Pubblici – Direzione Generale per le Strade e Autostrade - ha trasmesso, con alcuni perfezionamenti ritenuti opportuni dal Dipartimento stesso, lo schema di normativa in oggetto, predisposta dalla Commissione, per esame e parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici; tale parere, tuttavia, non è stato reso.

Tale documento è però pubblico, in quanto se ne trovano riferimenti sia sui portali informatici di varie università, sia su libri di testo (p.es. "Strade e Ferrovie" Mario Servetto, Il sole 24 ore 2006) sia perché è più volte richiamato nel quaderno tecnico AIPCR 2014 -Tema 3 "Sicurezza stradale" – a cura del Comitato tecnico 3.2 del Prof. Lorenzo Domenichini.

In merito a questa bozza il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha chiarito che in assenza della formale emanazione delle "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti", la relativa bozza del marzo 2006 può assumere unicamente valore di letteratura tecnica e pertanto, a legislazione vigente, i riferimenti normativi per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti rimangono il D.M. 05.11.01 e l'art. 4 del D.M. del 22.04.04.

Alla luce di quanto sopra, in luogo di un "mero riferimento" al DM 5/11/01 che, nella pratica, può

essere inteso in maniera del tutto aleatoria, il fatto che negli interventi di adeguamento Anas si avvalga dei criteri contenuti nel citato documento appare del tutto lecito al fine di ottenere una omogeneità degli approcci progettuali su di un tema assai attuale quale quello dell'adeguamento e potenziamento delle infrastrutture esistenti. L'utilizzo del citato documento quale riferimento ai fini progettuali, appare quanto più appropriato alla luce del fatto che, ad oggi, continua a valere quale disciplina transitoria, quanto previsto dall'art.4 del DM 22/04/2004, secondo cui in assenza di specifica norma che disciplini gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, debba essere prodotta una specifica relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza dell'infrastruttura.

Stante l'assenza di regole utili, da un lato all'estensore della relazione per fornire la dimostrazione richiesta, dall'altro all'ente preposto all'approvazione del progetto per valutare l'adeguatezza di tale dimostrazione, la presa a riferimento dei criteri contenuti nello schema di normativa per l'adeguamento delle strade esistenti, appare un utile approccio anche al fine di consentire una più agevole valutazione della coerenza e bontà delle scelte progettuali adottate riducendo al contempo i margini di discrezionalità.

In merito alla possibilità di inquadrare i potenziamenti delle arterie in esercizio nel novero degli adeguamenti delle strade esistenti, argomento che spesso viene messo in discussione, nello schema di norma sono espressamente compresi nell'ambito di applicazione, gli interventi per il potenziamento funzionale della strada che riguardano gli interventi necessari per adeguare l'infrastruttura alle nuove caratteristiche attuali e attese della domanda di traffico.

Rientrano tra questi interventi sia l'adeguamento delle caratteristiche della strada a quelle previste per una classe funzionale, come individuato dal D.M. 5/11/2001, superiore alla propria; sia l'incremento dell'offerta di capacità della strada.

E' chiaro però, come espressamente riportato nel quaderno AIPCR, che questa possibilità debba essere valutata in maniera adeguata in quanto occorre individuare una soglia superiore, oltre la quale, in sostanza, l'intervento di adeguamento non risulti più classificabile come tale, ma sia piuttosto riconducibile a nuovo intervento/nuova costruzione e debba quindi rispettare pienamente le norme allegatale al D.M. 5 novembre 2001, fatto salvo ovviamente l'istituto della deroga previsto dal comma 2 dell'art. 13 del D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 s.m.i..

Il passaggio da una determinata categoria di strada (come definita dall'art. 2 del Codice della Strada) ad una categoria superiore presenta infatti delle peculiarità date dalle significative differenze che possono esistere tra le due categorie di strada (ad esempio nel passaggio dalla categoria C alla categoria B, oggetto del presente intervento), non rendendo possibile, nella maggior parte dei casi, inquadrarli nella schematica suddivisione sopra esposta, restando indispensabile, per definirli come "interventi di adeguamento" piuttosto che "nuovi interventi", una valutazione dell'impatto di ordine complessivo, non solo rispetto al singolo tronco stradale, ma anche rispetto all'intero itinerario ed alla rete di appartenenza.

In tale contesto è opportuno tenere in debito conto che la necessità del mantenimento in esercizio della strada esistente rappresenta una ulteriore esigenza tale da vincolare il progetto di adeguamento dal punto di vista altimetrico, soprattutto in relazione alla necessaria sostanziale complanarità tra nuova e vecchia sede.

Il caso del progetto in esame, come verrà ampiamente dettagliato nel seguito, rappresenta un caso in cui il rispetto dei vincoli sopra richiamati consente la realizzazione di una strada di rango maggiore i cui scostamenti dai criteri progettuali per le nuove realizzazione sono assolutamente residuali.

Il riferimento allo schema di normativa è stato quindi lecitamente preso come riferimento tecnico, a valenza di linee guida, convinti del fatto che le esperienze maturate da Anas nell'ambito dei lavori della Commissione, non dovessero essere disperse, bensì fruttuosamente applicate al fine di ottenere una migliore qualità progettuale.

In considerazione degli elementi di cui sopra, l'asse principale è stato progettato secondo gli standard di una strada extraurbana secondaria tipo B del DM 05/11/2001 cui è associato l'intervallo di velocità di progetto 70 ÷ 120 km/h.

Per quanto concerne le intersezioni è opportuno sviluppare alcune considerazioni in merito all'applicazione del DM 19/04/06 su strade tipo B.

Il decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 19 aprile 2006 (pubblicato sulla G.U.

n. 170 del 24 Luglio 2006) riguardante le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" ha affiancato di fatto il DM 5 novembre 2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", costituendo quindi un ulteriore passo verso la formazione di un corpo normativo cogente nell'ambito dell'ingegneria stradale.

Il campo di applicazione (cfr. art. 2 della norma citata) è limitato alle nuove intersezioni, intendendo come tali però sia le intersezioni su nuove strade in progetto che nuove intersezioni su strade esistenti. Per gli svincoli in progetto, che sono inquadrabili nell'ambito degli interventi di riqualificazione, si è cercato di rispettare i criteri della nuova normativa compatibilmente con il massimo riutilizzo del sedime degli svincoli esistenti, nell'ottica di tendere quanto più possibile alle indicazioni progettuali del D.M. 19-04-2006 come previsto all'art.5 della citata norma.

Tutto ciò premesso, nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della Norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale (recependo quindi il principio ispiratore del "Nuovo codice della Strada" – contenuto nell' Art. 1 – secondo il quale "Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico").

Pertanto, tutti gli interventi, compresi quelli riconducibili ad adeguamento della viabilità esistente, sono stati finalizzati al raggiungimento della piena congruenza con la citata normativa, cercando le soluzioni tecnico-geometriche che potessero garantire il raggiungimento di tale obiettivo.

In questa prospettiva, le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, le eventuali ripercussioni di una modifica puntuale su porzioni estese di tracciato, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

In sintesi, per definire le modalità di adeguamento della sede esistente, sono stati adottati quindi i seguenti criteri:

1. minimizzare l'impatto con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità e con gli insediamenti abitativi ed industriali preesistenti;
2. minimizzare le occupazioni di territorio, per ridurre l'impatto ambientale dovuto all'ampliamento autostradale;
3. utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale ed economico degli interventi;
4. prevedere una esecuzione per fasi dei lavori che garantisca l'esercizio delle viabilità esistente durante i lavori.

Fermo restando quanto detto sopra, il progetto di adeguamento delle strade esistenti e delle aree di svincolo è stato finalizzato al raggiungimento della piena congruenza con le citate normative, cercando le soluzioni tecnico-geometriche che potessero garantire il raggiungimento di tale obiettivo. Le situazioni di non conformità sono state circoscritte ai casi in cui le condizioni al contorno (vincoli territoriali, condizioni legate alla sicurezza della circolazione, il rispetto di accordi presi con le Amministrazioni interessate dall'intervento) non hanno consentito la piena rispondenza alle citate normative.

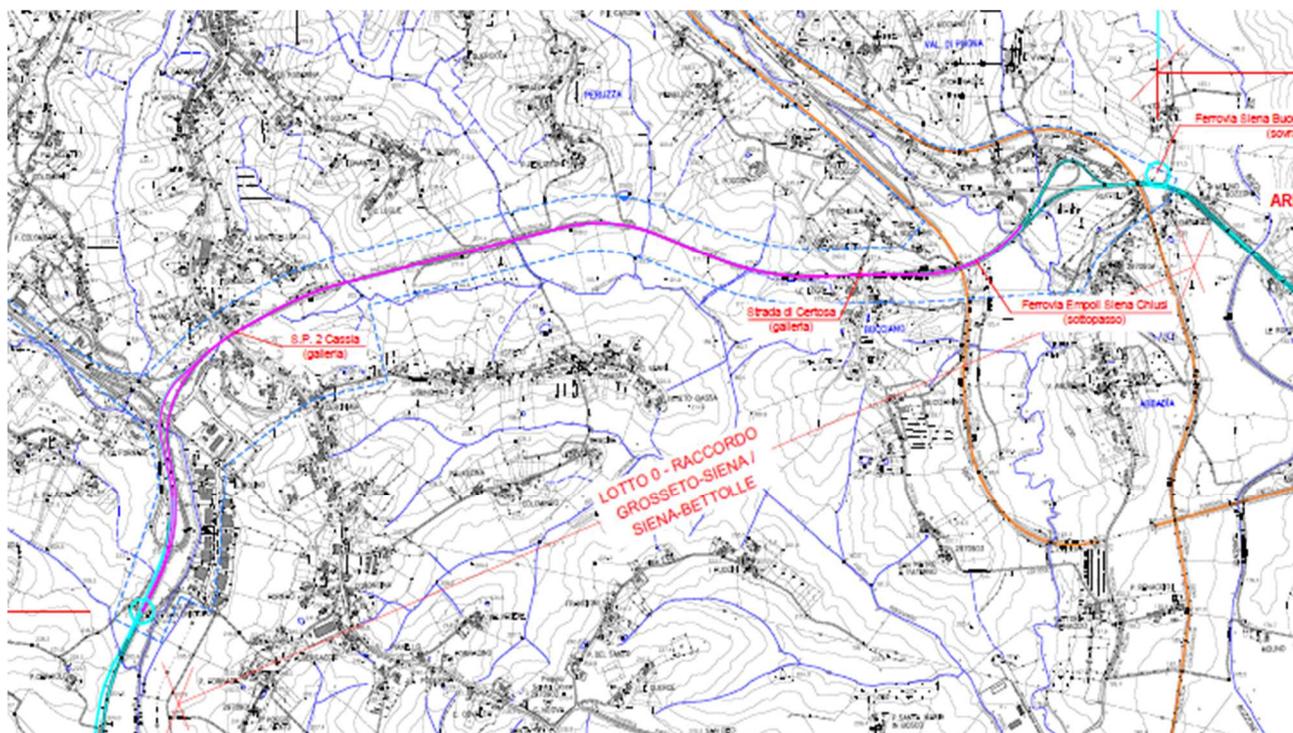
Queste situazioni sono evidenziate nel dettaglio nel corso delle analisi sulle geometrie dei tracciati stradali studiati ed opportunamente commentate e giustificate.

3 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA

3.1 Descrizione generale dell'intervento

L'opera oggetto del presente studio riguarda, come già riportato, l'adeguamento geometrico e funzionale di un tronco stradale esistente e dei relativi svincoli (anch'essi esistenti) secondo gli standard espressi dalle normative vigenti al fine di realizzare un tratto stradale assimilabile ad una strada di "Tipo B" (D.M. 05/11/2001).

Nello specifico tale intervento risulta costituito: dallo svincolo di 'Cerchiaia' della strada statale SS 223 di 'Paganico' con la Tangenziale Ovest di Siena SS 674; dal tronco della statale SS 223 "di Paganico", ad una corsia per senso di marcia, compreso tra lo svincolo di Cerchiaia e lo svincolo di Ruffolo e dallo svincolo di 'Ruffolo' per tutte le rampe (Grosseto-Siena e Siena-Grosseto, Arezzo-Siena e Siena-Arezzo) a determinare un 'passante' della sezione della E78 (SS 73) per le due carreggiate principali.



L'obiettivo del progetto è quello di potenziare il tratto in esame al fine di garantire caratteristiche geometriche e funzionali in linea con gli standard del futuro itinerario complessivo. In tal senso oltre al raddoppio delle corsie esistenti e la separazione dei sensi di marcia su carreggiate separate, si provvederà all'adeguamento del tracciato alla normativa di riferimento (D.M. 05/11/2001 e D.M. 22/04/2004) e alla riorganizzazione degli svincoli esistenti adattandoli sia alle nuove geometrie dell'asse principale, sia ai corrispondenti standard normativi (D.M. 19/04/2006).

L'intervento si colloca nell'ambito del complesso di interventi, in parte eseguiti ed in parte in corso, di adeguamento e riqualificazione tecnico-funzionale dell'itinerario E78 Grosseto-Fano il quale è parte del corridoio stradale costituito dalla Strada di Grande Comunicazione (SGC) E78 "Grosseto - Fano", inserita nella Rete stradale transeuropea comprensive definita dal «Regolamento (UE) n. 1315/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2013, sugli orientamenti dell'Unione per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti e che abroga la decisione n. 661/2010/UE». Si tratta di una direttrice strategica che collega la costa tirrenica a quella adriatica della Penisola, con un tracciato che ha origine sulla Via Aurelia all'altezza di Grosseto e si conclude sull'autostrada A14 Adriatica, in corrispondenza del casello di Fano, nelle Marche. La lunghezza complessiva del collegamento è di circa 270 km, di cui il 65% in Toscana, il 30% nelle Marche e il 5% in Umbria. Lungo il suo tracciato, la E78 collega le città di Grosseto, Siena e Arezzo in Toscana, Urbino e Fano nelle Marche ed interseca la E45 (tra Toscana e Umbria) e la fondovalle del

Metauro in provincia di Pesaro e Urbino. L'intervento in esame è compreso nel tratto dell'E78 che collega Siena con Bettolle, già realizzato per la gran parte (Lotti 1, 2 e 3), di cui resta da realizzare il solo tratto iniziale (Lotto 0), oggetto del presente documento.

Di seguito si riporta il quadro sinottico dello stato di attuazione ad oggi dei diversi tratti/lotti di cui all'itinerario viabilistico in esame.

Tratto Grosseto-Siena:

- 1° Lotto (Grosseto-Montorsaio): aperto al traffico;
- 2° Lotto (Montorsaio-Paganico): aperto al traffico;
- 3° Lotto (Paganico-Civitella Marittima): aperto al traffico;
- 4° Lotto (Civitella Marittima-Lanzo): in fase di progettazione esecutiva;
- 5°- 6°- 7°- 8° Lotto (Lanzo-Ornate): in fase di realizzazione;
- 9° Lotto (Ornate-Svincolo di Orgia): progetto definitivo concluso ed approvato dal CIPE;
- 10°Lotto (Orgia-San Salvatore): aperto al traffico;
- 11°Lotto (San Salvatore-Siena): aperto al traffico.

Tratto Siena-Bettolle (innesto A1):

- Lotto 0 (Siena-Ruffolo) – oggetto della presente relazione;
- 1°Lotto (Casetta-Ruffolo): aperto al traffico;
- 2°Lotto (Casetta-Armaiolo): aperto al traffico;
- 3°Lotto (Armaiolo-Bettolle): aperto al traffico.

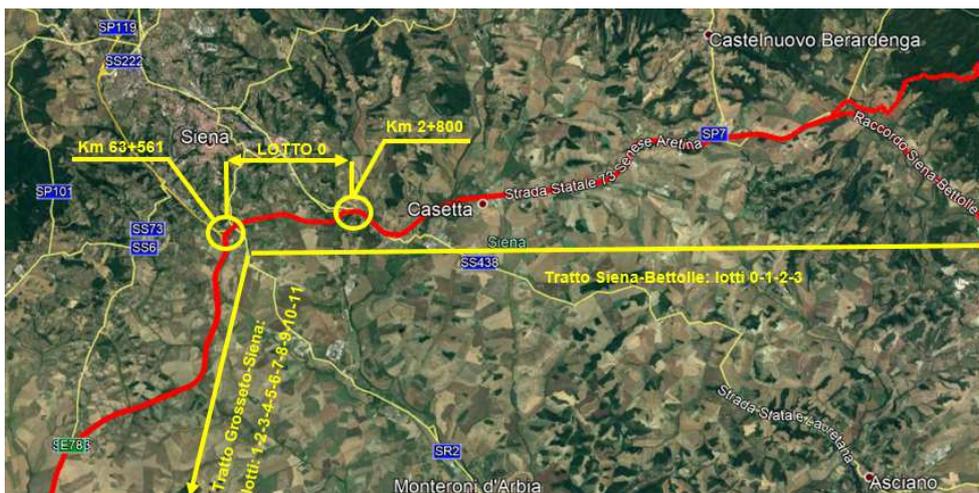


Figura 1 - Itinerario E78 e localizzazione del Lotto 0

3.2 Progetto asse principale

L'asse principale dell'infrastruttura in esame, che si classifica, secondo gli standard della normativa di riferimento (D.M. 05/11/2001) come strada tipo "B", è costituito, come noto, da due carreggiate principali: una "occidentale" per veicoli che da Fano lo percorrono in direzione Grosseto ed uno "orientale" avente senso di percorrenza opposto. La carreggiata "Ovest" si sviluppa sostanzialmente lungo il sedime dell'infrastruttura esistente (strada tipo III secondo la classificazione CNR) ed è affiancata, sostanzialmente in parallelo, dalla nuova carreggiata "Est". Tale configurazione è stata studiata con il preciso intendo di minimizzare le occupazioni garantendo al contempo gli adeguati standard geometrico-funzionali. L'intervento ha inizio, analizzando l'infrastruttura nel suo complesso da Ovest verso Est, al Km 67+500 della S.S. 223 nel tratto finale del cosiddetto "Lotto 11" della Grosseto-Siena, oggetto di un intervento di ammodernamento negli anni 2000. Superato il breve tratto di raccordo all'esistente dove la carreggiata si mantiene pressoché immutata rispetto alle dimensioni attuali, il tracciato prosegue inserendosi nell'area dello svincolo di Cerchiaia all'interno del quale le due carreggiate (entrambe realizzate su nuovo sedime, in parallelo ai viadotti esistenti) consentono di raggiungere la galleria S. Lazzerò annullando la discontinuità di tracciato che caratterizza il tratto allo stato attuale. L'area dello svincolo risulta, inoltre, caratterizzata da una forte presenza di vincoli, sia naturali (Torrente Tressa) sia antropici (diverse aree edificate, aree destinate ad ospitare nuovi insediamenti commerciali). La Galleria S. Lazzerò si estende attualmente per circa 150 m al di sotto della Cassia (SR 2) e verrà allargata per garantire alla Carreggiata Ovest di avere dimensioni trasversali coerenti con gli standard normativi e con gli allargamenti per visibilità; parallelamente verrà realizzata la nuova canna destinata ad ospitare la Carreggiata Est di nuova realizzazione. Il tratto seguente, che si estende fino alla seconda galleria del tracciato (Galleria Bucciano), corre ai piedi della collina di Siena, in un'area caratterizzata da una morfologia variegata che si traduce, sul piano infrastrutturale, in una successione di tratti in viadotto (viadotti Luglie, Valli, Casone, Ribucciano) e tratti a mezzacosta. In questa zona l'asse della carreggiata Ovest mantiene sostanzialmente immutata la configurazione dell'asse esistente, già compatibile, ad eccezione delle larghezze trasversali, con la geometria di una strada tipo "B" pienamente conforme alla normativa. Anche i nuovi viadotti saranno collocati in corrispondenza dei viadotti esistenti (i quali verranno però completamente ricostruiti). Tra il viadotto Casone e il Viadotto Valli il tracciato incontra un'area di servizio la cui posizione verrà mantenuta inalterata anche nella conformazione di progetto, al netto dello spazio necessario all'inserimento della nuova Carreggiata. Il tracciato risulta, inoltre, compatibile con un eventuale intervento di espansione e potenziamento dell'area di servizio stessa. Superato il viadotto Ribucciano la strada si immette nella Galleria Bucciano, la quale, analogamente alla Galleria S. Lazzerò, è caratterizzata da una lunghezza di circa 150 m con due tratti di galleria artificiale che precedono (e seguono) la galleria naturale; anche in questo caso verrà realizzata una nuova canna per ospitare la Carreggiata Est. Attraversata la galleria il tracciato si inserisce nell'area dello svincolo di Ruffolo, la cui nuova conformazione garantisce la continuità di itinerario con il tratto Siena-Bettolle dell'infrastruttura. Quasi l'intero tratto di svincolo si sviluppa lungo il viadotto Riluogo, a partire dal quale si dipanano anche le nuove rampe di progetto. Superato lo svincolo il tracciato sottopassa la ferrovia per poi riconnettersi con il Lotto 1, già ammodernato, al km 2.8 del tratto Siena - Bettolle. Quest'ultima area è caratterizzata da una forte presenza urbanizzativa che impone l'adozione da parte dell'infrastruttura di adeguati interventi di mitigazione acustica, in parte in sostituzione di quelli già esistenti e in parte di nuova realizzazione a compensazione del rumore generato dai maggiori flussi che, si ipotizza, percorreranno l'opera in oggetto.

3.3 Progetto Svincoli

L'adeguamento dello **svincolo di Cerchiaia** prevede l'adozione di uno schema di svincolo costituito da rampe monosenso dirette e semidirette conformi alla nuova configurazione di progetto del tracciato principale dovuta all'inserimento della nuova carreggiata Est Grosseto - Fano. A tal fine le nuove rampe mantengono un andamento planimetrico simile all'esistente con l'esclusione della rampa Grosseto - Firenze il cui tracciato piano altimetrico è stato reso conforme alla posizione della nuova carreggiata Est (inserimento della corsia di diversione - uscita in mano destra). Si precisa che anche i tracciati delle rampe con andamento simile all'esistente sono stati opportunamente

verificati e adeguati all'attuale normativa vigente (D.M. 19.04.2006).

Le rampe di progetto sono così individuate:

- **Rampa Fano – Firenze** – rampa monosenso di tipo diretta, permette l'uscita dalla S.S. n.233 per i veicoli provenienti da Fano in direzione Firenze sulla S.S. n.674 - si posiziona parzialmente in sede alla rampa esistente;
- **Rampa Grosseto – Firenze** – rampa monosenso di tipo semidiretta, permette l'uscita dalla S.S. n.233 per i veicoli provenienti da Grosseto in direzione Firenze sulla S.S. n.674, si posiziona in nuova sede;
- **Rampa Firenze – Grosseto** rampa monosenso di tipo diretta, permette il collegamento dalla S.S. n.674 per i veicoli provenienti da Firenze in direzione Grosseto sulla S.S. n.233 – si posiziona in sede alla rampa esistente;
- **Rampa Firenze – Fano** rampa monosenso di tipo semidiretta, permette il collegamento dalla S.S. n.674 per i veicoli provenienti da Firenze in direzione Fano sulla S.S. n.233 – si posiziona parzialmente sulla sede della rampa esistente.

L'adeguamento dello **svincolo di Ruffolo** prevede anch'esso l'adozione di uno schema costituito da rampe monosenso dirette e semidirette adeguate alla nuova configurazione di progetto del tracciato principale dovuta all'inserimento della nuova carreggiata Est Grosseto – Fano. In tale contesto, lo schema di svincolo stesso è stato concepito con lo scopo di privilegiare la direttrice rappresentata dalla S.S. n.223 (Grosseto – Fano) potenziata dalla trasformazione a doppia carreggiata. Di conseguenza a differenza dello svincolo di Cerchiaia precedentemente descritto, le attuali rampe non possono essere preservate o parzialmente mantenute, ma verranno demolite e sostituite completamente da quelle nuove di progetto. Fa parte della presente progettazione anche l'adeguamento dell'attuale rotatoria a tre bracci tra la S.S. n.73, la S.S. n.715 e la S.P. n.136, localizzata in corrispondenza del Comando dei Vigili del Fuoco di Siena.

Le rampe di progetto sono così individuate:

- **Rampa Siena – Fano** – rampa monosenso di tipo semidiretta, permette il collegamento dalla S.S. n.73 per i veicoli provenienti da Siena in direzione Fano sulla S.S. n.223.
- **Rampa Fano – Siena** – rampa monosenso di tipo semidiretta, permette l'uscita dalla S.S. n.715 per i veicoli provenienti da Fano in direzione Siena sulla S.S. n.73;
- **Rampa Siena – Grosseto** rampa monosenso di tipo diretta, permette il collegamento dalla S.S. n.73 per i veicoli provenienti da Siena in direzione Grosseto sulla S.S. n.223;
- **Rampa Grosseto – Siena** rampa monosenso di tipo semidiretta, permette l'uscita dalla S.S. n.223 per i veicoli provenienti da Grosseto in direzione Siena sulla S.S. n.73.

3.4 Sintesi degli standard progettuali adottati

- La sezione di progetto è di tipo B1 (D.M. 2001), costituita da una piattaforma stradale a doppia carreggiata ciascuna larga 9.50 m, con due corsie di marcia da 3.75 m ciascuna, fiancheggiate da due banchine in sinistra di 0.50 m e in destra di 1.75 m. Per questa tipologia di strada è previsto un intervallo di velocità di progetto da 70 a 120 km/h.
- Ai lati della piattaforma stradale sono previsti i tradizionali elementi marginali: arginello da 1.75 m nelle sezioni in rilevato, arginello o cunetta rispettivamente da 1,75 e 1.20 m nelle sezioni in trincea, fosso di guardia a sezione trapezia a protezione delle scarpate ed ai piedi delle scarpate, barriere laterali di sicurezza tipo H2 o H3 nelle sezioni in rilevato e mezza costa ed H3 o H4 nelle sezioni in viadotto (D.M. 03/06/98).
- È previsto inoltre un cordolo in cls 15x25 nei tratti in rilevato e in spartitraffico a protezione del ciglio stradale, lungo tutto il tracciato.
- Le scarpate dei rilevati e delle trincee sono realizzate con un'inclinazione di 2/3.
- La pavimentazione è costituita da uno strato di usura drenante di 4 cm (sostituito da un'usura drenante caratterizzata da valori di aderenza superiori a quello indicati dal D.M. 2001 dalla p.k. 860 alla p.k. 1414 dell'asse Fano – Grosseto e da uno strato di usura standard lungo la rotatoria dello svincolo Ruffolo e i rami A e B afferenti alla rotatoria stessa), da uno strato di

8

collegamento o binder di 6 cm, da uno strato di base di 12 cm, da uno strato in misto cementato di 20 cm e da uno strato in misto stabilizzato di 15 cm, per un pacchetto della pavimentazione totale di 57 cm.

- Lungo l'asse stradale insistono 6 opere d'arte maggiori e due gallerie:
 - Viadotto Tressa
 - Viadotto Luglie
 - Viadotto Valli
 - Viadotto Casone
 - Viadotto Ribuciano
 - Viadotto Riluogo
 - Galleria San Lazzero
 - Galleria Ribuciano
- Sui viadotti la pavimentazione è costituita da uno strato di usura drenante di 4 cm e di binder di 6 cm. Al di sotto è stato posto uno strato di guaina impermeabilizzante di 1 cm.
- Per le rampe degli svincoli di Cerchiaia e Riluogo si è adottata una sezione di 6.50 m, con una corsia di marcia di 4.00 m e due banchine da 1.00 m sul margine sinistro ed 1.50 m sul margine destro, nel caso di rampe unidirezionali. La pavimentazione presenta gli stessi spessori di quella dell'ammodernamento della Statale.
- La viabilità podereale può essere distinta in un gruppo di assi associati a un'unica tipologia di sezione trasversale costituita da una carreggiata pavimentata di larghezza pari a 4 metri fiancheggiata da arginello da 0,50 m nelle sezioni in rilevato e cunetta da 0,50 m nelle sezioni in trincea.
- Per la viabilità locale a destinazione particolare è prevista una pavimentazione costituita da uno strato di usura di 3 cm, da uno strato di collegamento o binder di 4 cm, da uno strato di base di 10 cm e da uno strato in misto stabilizzato di 30 cm, per un pacchetto della pavimentazione totale di 47 cm.

3.5 Sezioni tipo

3.5.1 Asse principale

La sezione tipo adottata per l'asse principale è in conformità alla Categoria B1 - Strada Extraurbana Principale del D.M. 05.11.2001:

- due carreggiate aventi rispettivamente due corsie larghe 3,75 m per senso di marcia, una propriamente di marcia e una di sorpasso;
- margine interno composto da spartitraffico di larghezza variabile (con minimo di 2,50 m) e dalle due banchine interne larghe 0,50 m ciascuna;
- banchine esterne di 1,75 m;
- per una larghezza totale minima di piattaforma pavimentata di 22,00 m

Il valore della piattaforma ed in particolare quello della banchina sopra indicati rappresentano i valori standard della carreggiata: in alcuni punti del tracciato la composizione plano-altimetrica dell'asse è tale per cui non è garantita la visuale libera per l'arresto, conseguentemente si è reso necessario operare allargamenti della sede stradale o degli elementi marginali al fine di garantire le corrette visuali libere e la corretta percezione visiva del tracciato.

Tali allargamenti sono indicati nelle sezioni trasversali e opportunamente analizzati negli specifici elaborati relativi alle verifiche di tracciato.

Le dimensioni della piattaforma stradale, inclusi gli eventuali allargamenti, sono state mantenute invariate lungo tutto il tracciato della strada, sia in sede naturale sia in sede artificiale (viadotti e gallerie).

La pendenza trasversale della piattaforma è prevista pari al 2,5% in rettilineo, mentre in curva si raggiunge la pendenza massima consentita dalla normativa del 7,0 % lungo gran parte delle curve dell'asse stradale.

In caso di corsie di decelerazione o di accelerazione in destra alla singola carreggiata è prevista l'aggiunta di una corsia da 3,75 m con mantenimento della banchina pavimentata da 1,75 m.

In presenza di piazzola di sosta si prevede l'allargamento della piattaforma di ulteriori 3.00 m + 0.50 m, oltre la banchina esterna. Planimetricamente le piazzole sono previste con una distanza variabile di circa 1000 m per senso di marcia e presentano uno sviluppo pari a 65 m di cui 25 m a larghezza costante e 2x20 m a larghezza variabile di raccordo alla piattaforma tipo. La posizione esatta delle piazzole di sosta all'interno dell'infrastruttura di progetto è riportata all'interno della seguente tabella.

Asse Fano - Grosseto	Asse Grosseto - Fano
<i>p.k. 0+137</i>	<i>p.k. 0+112</i>
<i>p.k. 1+961</i>	<i>p.k. 1+505</i>
<i>p.k. 2+836</i>	<i>p.k. 2+618*</i>
<i>p.k. 3+961</i>	<i>p.k. 3+549</i>

**area di sosta*

Le fasce di pertinenza della strada sono delimitate verso l'esterno da una rete di recinzione per tutto lo sviluppo dell'opera; nell'ambito di tali fasce vengono altresì allocate le eventuali opere di mitigazione (fasce di vegetazione) per la minimizzazione degli impatti conseguenti all'intrusione visiva ed all'inquinamento acustico ed atmosferico.

In **rilevato** l'elemento marginale è costituito da una arginello di larghezza 1,75 m, all'interno del quale è prevista l'installazione di barriere metalliche di sicurezza tipo ANAS (si veda il Cap. 5 della presente relazione per una più approfondita trattazione): la delimitazione della pavimentazione stradale è realizzata mediante un cordolo in calcestruzzo avente dimensione 15 x 25 cm e altezza di 7 cm rispetto al piano viabile.

Le scarpate sono profilate con pendenza 2/3, con strato di vegetale di spessore medio 30 cm

inerbito mediante idrosemina, che si rastrema in corrispondenza dell'arginello e sostituito da materiale stabilizzato compatto, al fine di garantire la corretta infissione della barriera in un materiale che ne permetta il corretto funzionamento in caso di urto.
 La raccolta acque è gestita mediante sistema chiuso con canalette con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoie con griglia non carrabile, utili a collettare le acque di piattaforma in tubazioni correnti per il conferimento alla vasca di trattamento e quindi al ricettore finale delle portate d'acqua captate. Come sistema di sicurezza, sono previste canalette tipo embrice posizionate lungo la scarpata che in caso di troppo pieno del sistema canaletta/tubazione convogliano le acque di piattaforma in fossi di guardia rivestiti al piede del rilevato.

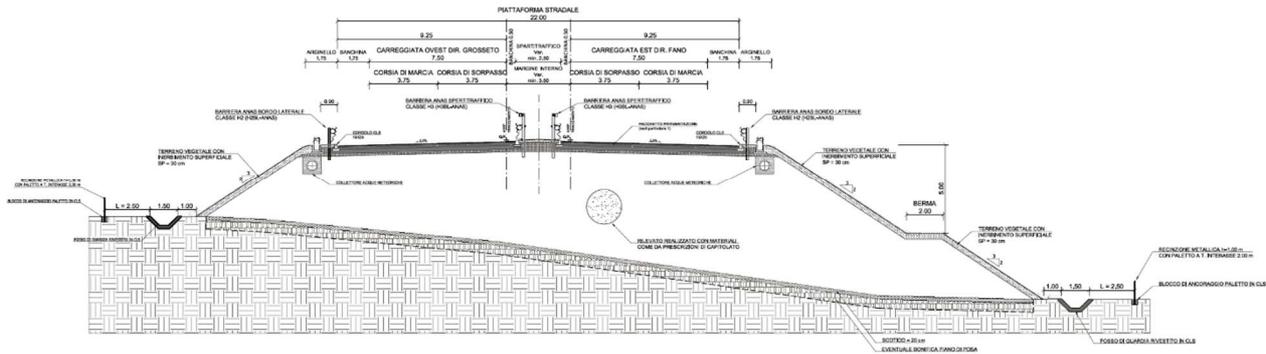


Figura 2 – Sezione tipo in rilevato in rettilo

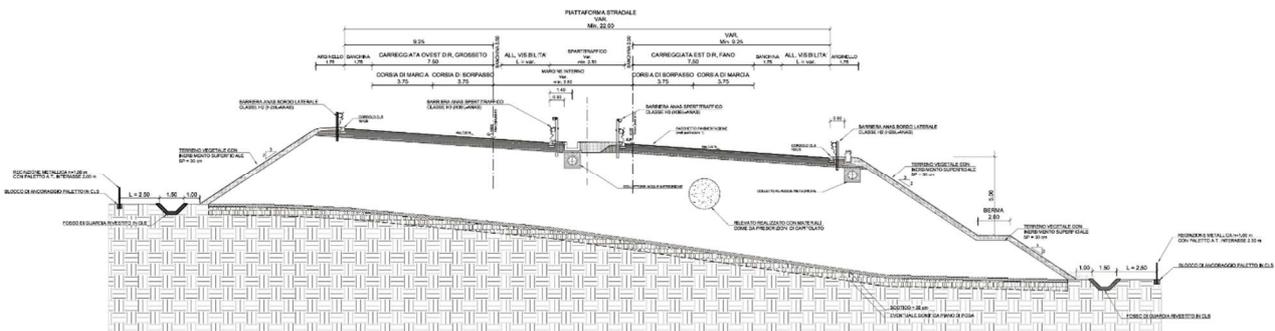


Figura 3 – Sezione tipo in rilevato in curva con allargamento

Nei casi di ammassamento della nuova sede stradale a quella esistente e in generale ai terreni con pendenza $P > 15\%$ è prevista una opportuna preparazione della scarpata mediante l'esecuzione dello scavo di scotico e di bonifica e della realizzazione di gradoni di profondità H variabile fra 50 e 100 cm e tratto sub orizzontale con pendenza del 1,00 – 2,00% verso l'interno.

Il rilevato così realizzato conserva comunque le caratteristiche geometriche del rilevato classico sia in piattaforma che per quanto riguarda gli elementi marginali e il sistema di smaltimento delle acque.

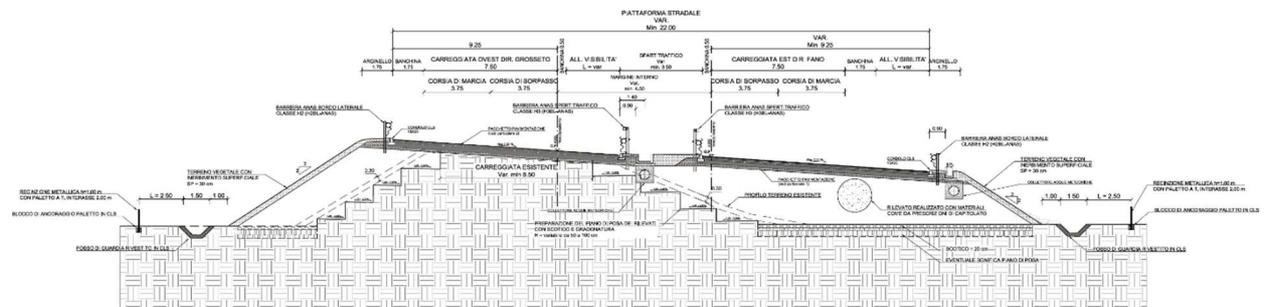


Figura 4 – Sezione tipo in rilevato in curva con ammassamento

Nei tratti in rilevato con mitigazione acustica si sono configurate due differenti organizzazioni del margine laterale:

- Caso con *Barriera Acustica* installata su cordolo di fondazione a tergo della barriera di sicurezza: in questo caso l'arginello si estende fino a raggiungere i 2,30 m di larghezza (pari al valore del parametro di intrusione del veicolo "VIm" della barriera H2BL) utile al fine di garantire un'opportuna distanza di sicurezza fra la barriera acustica e quella metallica di sicurezza in caso di impatto del veicolo in svio con quest'ultima. Il regime idraulico non viene modificato, essendo garantita la continuità della canaletta e della tubazione sottostante, posizionate a ridosso del cordolo di fondazione della barriera.

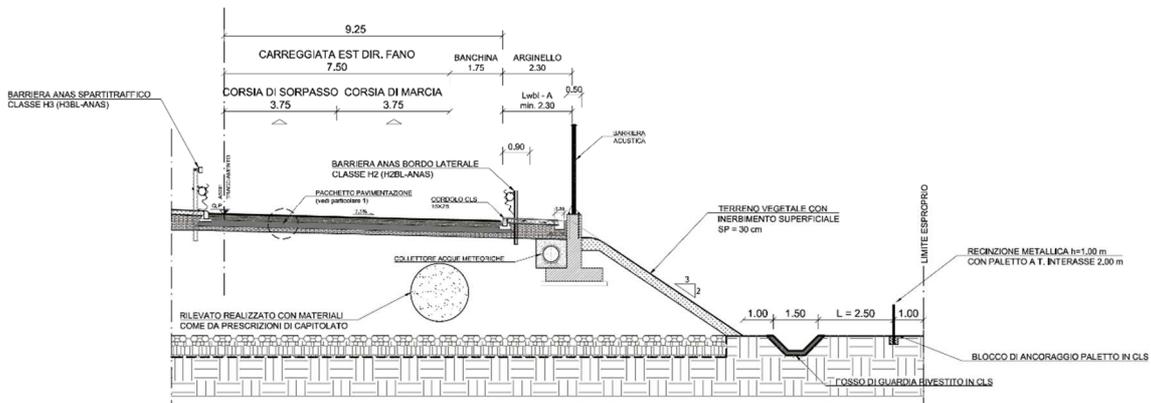


Figura 5 - Sezione tipo in rilevato con barriera acustica

- Caso con *Barriera Acustica Integrata* alla barriera di sicurezza alloggiata su cordolo di fondazione in c.a. posto al margine della carreggiata stradale. Tale configurazione consente di contenere le occupazioni, mostrandosi come preferenziale in casi di vicinanza a proprietà private o ad aree urbanizzate. Lo smaltimento delle acque di piattaforma e la continuità con il sistema chiuso utilizzato vengono garantiti attraverso la realizzazione di caditoie in banchina con collettori posizionati in asse.

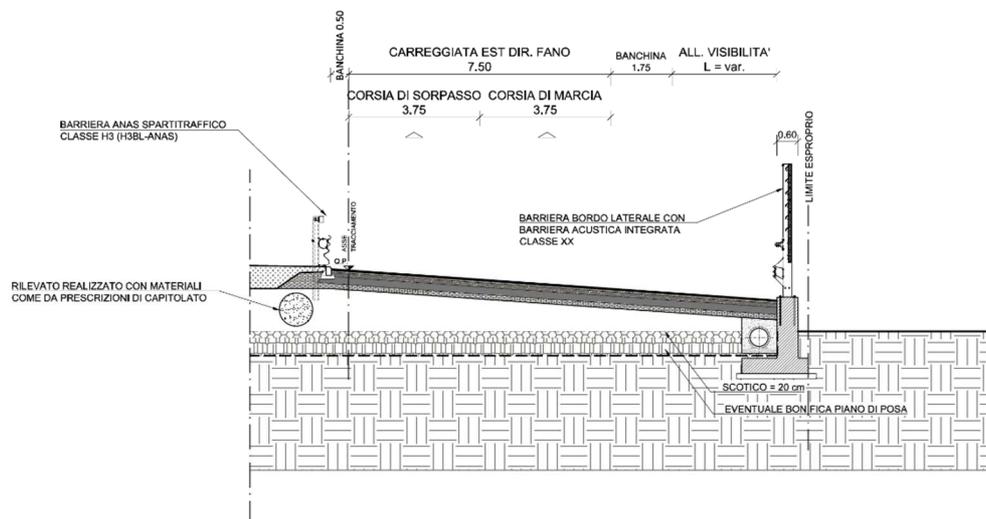


Figura 6 - Sezione tipo in rilevato con barriera acustica integrata

Nei casi dove la morfologia del terreno o la presenza di vincoli ai lati della strada non permettono la formazione del rilevato con pendenza della scarpata naturale con pendenza 2/3, ai margini della piattaforma stradale sono disposti muri di sostegno in c.a. con paramento verticale. La parte sommitale del muro è costituita da un cordolo di larghezza pari a 0,75 metri su cui trova alloggiamento, a seconda delle situazioni, o la barriera di sicurezza in acciaio (H2 bordo ponte) o la barriera acustica.

- Nel primo caso, il cordolo è posizionato immediatamente a lato della sede pavimentata con una altezza massima dal piano viario pari a 7 cm. Lo smaltimento delle acque di piattaforma avviene attraverso canalette continue con griglie carrabili, collocate in banchina a

ridosso della testa del muro.

- Nel secondo caso, il cordolo è arretrato in modo da seguire il tracciamento della barriera acustica collocata ad una distanza minima di 1,70 metri dal ciglio pavimentato;
- Nel terzo caso il cordolo è arretrato di 1,35 m in modo tale da assicurare la continuità del sistema di raccolta delle acque meteoriche collocato all'esterno della sede carrabile.
- Nel secondo e terzo caso, a margine della strada è inserito un arginello inerbito all'interno del quale è prevista l'installazione della barriera di sicurezza metallica di tipo Anas. La raccolta acque è gestita con le stesse modalità dei tratti in rilevato, ovvero con un collettore posto al disotto della banchina che convoglia le acque in corrispondenza delle vasche di trattamento e quindi al recettore finale.
-

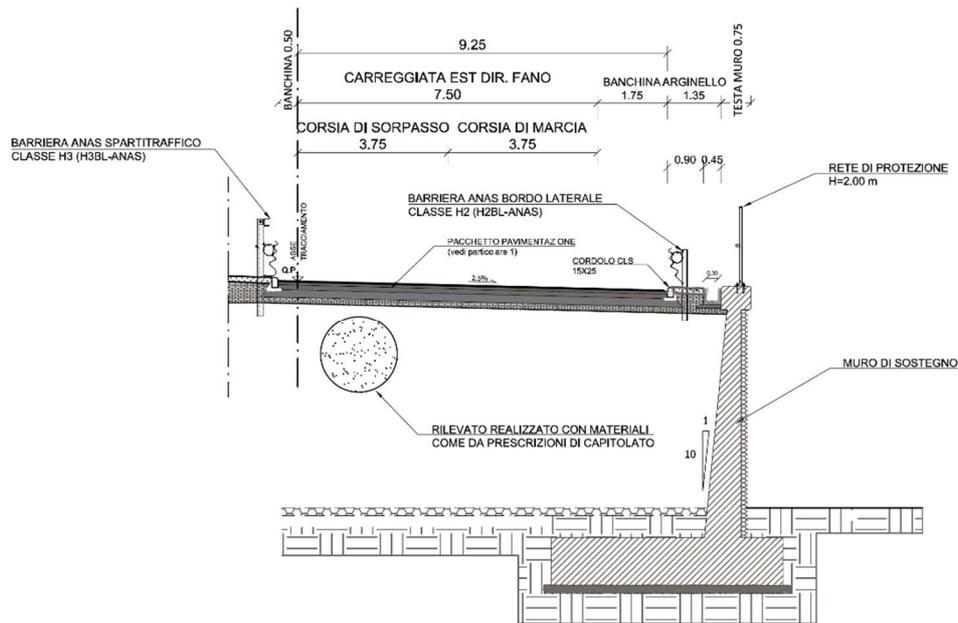


Figura 7 – Sezione tipo in rilevato – Muro di sostegno con canaletta idraulica

Nei tratti in **trincea** le scarpate sono realizzate con pendenza al 2/3, in ragione delle caratteristiche meccaniche del terreno in sito, rivestite con uno strato di vegetale di 30 cm ed inerbite con idrosemia. Il fondo dello scavo verrà compattato fino a raggiungere il grado di portanza idoneo al piano di posa della pavimentazione stradale.

Le acque meteoriche vengono raccolte mediante cunette laterali, di larghezza complessiva 120 cm e con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoia con griglia carrabile, e convogliate nei pozzetti di raccolta, mediante condotte idrauliche poste in asse alla cunetta stessa.

Gli elementi marginali risultano essere di 1,70 m, dei quali 1,20 m necessari per l'inserimento della cunetta, e i residui 50 cm definiscono il tratto di raccordo con la scarpata.

In testa alla scarpata viene realizzato un fosso di guardia di larghezza minima totale di 150 cm, a protezione del tratto stradale in trincea.

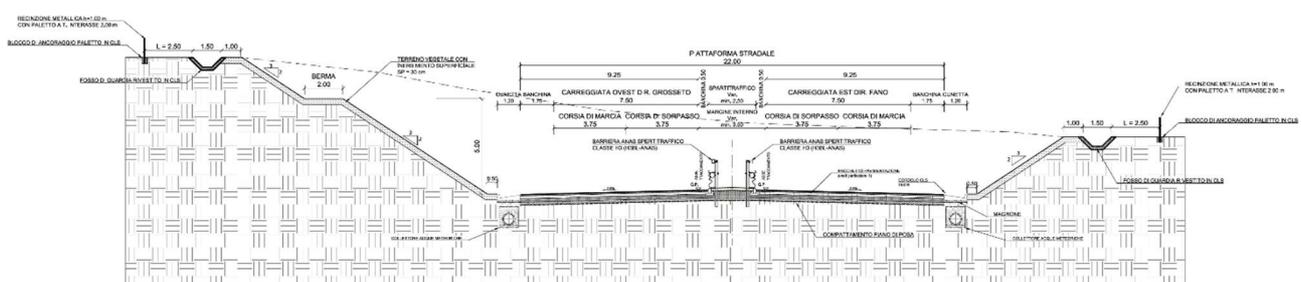


Figura 8 – Sezione tipo in trincea in rettilineo

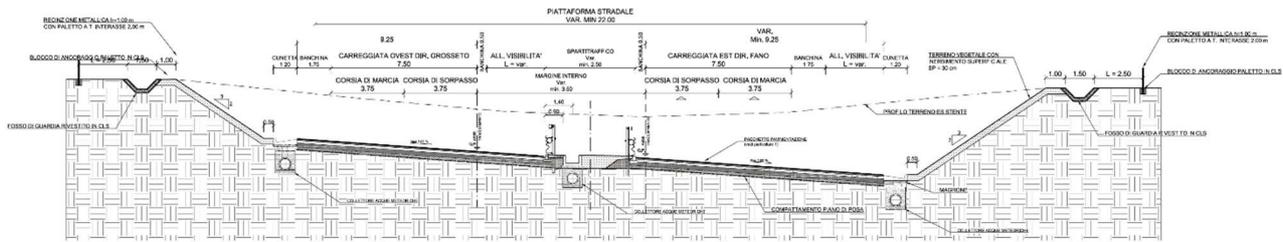


Figura 9 – Sezione tipo in trincea in curva con allargamento

Le soluzioni riguardanti gli elementi marginali in trincea si differenziano a seconda delle necessità tecniche dipendenti dall'andamento del terreno esistente e dalle differenti necessità di gestione degli spazi. Si configurano due scenari oltre a quello tradizionale sopra esposto:

- **Margine con muro:** viene realizzato un muretto di sottoscarpa per ridurre la dimensione della scarpata in trincea, mentre la continuità della cunetta di margine di 120 cm di larghezza viene garantita ricavando il profilo della stessa all'interno del muro, al cui tergo viene installata una canaletta idraulica atta a proteggere la strada dalle acque di versante di monte.
- **Margine con arginello:** nel caso di scarsa estensione dei tratti in trincea, si sceglie di mantenere la continuità con gli elementi marginali propri del rilevato a mezzo dell'esecuzione di scavo laterale, garantendo quindi la continuità del sistema di raccolta delle acque di piattaforma. Al piede del rilevato così realizzato è quindi posto un fosso di guardia di dimensione orizzontale di 2,25 m, che precede un tratto orizzontale di raccordo con la scarpata a pendenza 2/3 di dimensione di 50 cm.

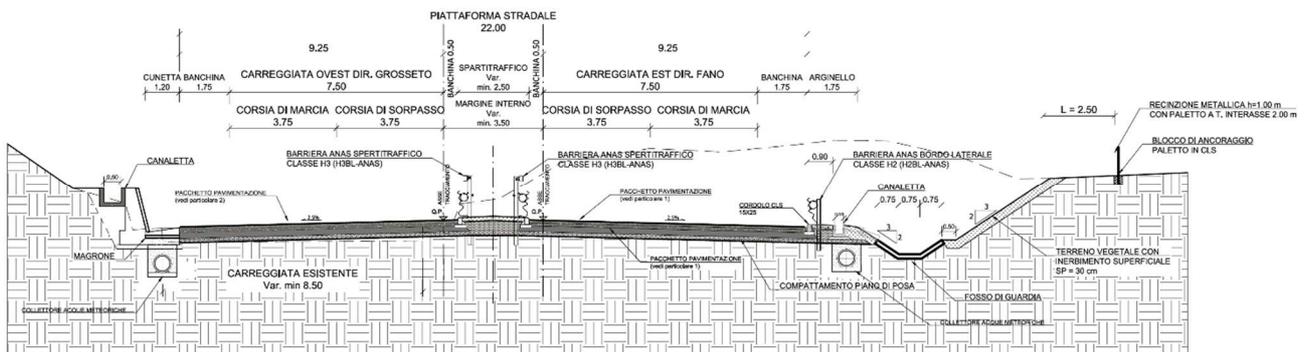


Figura 10 – Sezione tipo in trincea in rettilineo con scavo laterale e muro a margine

Per le situazioni a **mezzacosta** le scarpate sono realizzate con pendenza al 2/3, in ragione delle caratteristiche meccaniche del terreno in sito, rivestite con uno strato di vegetale di 30 cm ed inerbite con idrosemina, che si rastrema (nel caso di scarpata in rilevato) in corrispondenza dell'arginello e sostituito da materiale stabilizzato compattato, al fine di garantire la corretta infissione della barriera in un materiale che ne permetta il corretto funzionamento in caso di urto.

Le acque di piattaforma, per il lato di monte, vengono raccolte, come nel caso in trincea, mediante cunette laterali di larghezza complessiva 120 cm e con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoia con griglia carrabile e convogliate nei pozzetti di raccolta, mediante condotte idrauliche poste in asse alla cunetta stessa; a protezione della sede stradale dalle acque meteoriche esterne in scarpata viene realizzato un fosso di guardia rivestito di larghezza minima di 150 cm. Per il lato di valle, invece, si utilizzano gli stessi elementi marginali del rilevato e, di conseguenza, la raccolta acque è gestita mediante sistema chiuso con canalette con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoie con griglia non carrabile, utili a collettare le acque di piattaforma in tubazioni correnti per il conferimento alla vasca di trattamento e quindi al ricettore finale delle portate d'acqua captate.

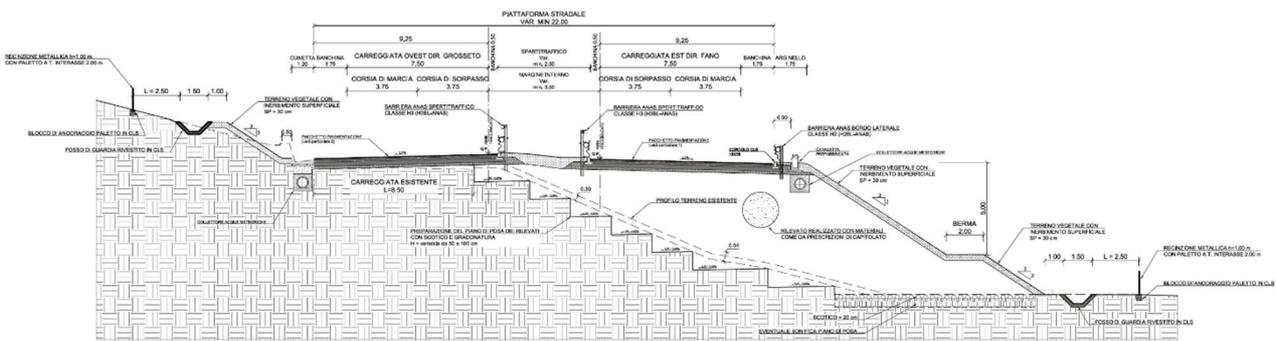


Figura 11 – Sezione tipo a mezzacosta in rettilo con cunetta a margine

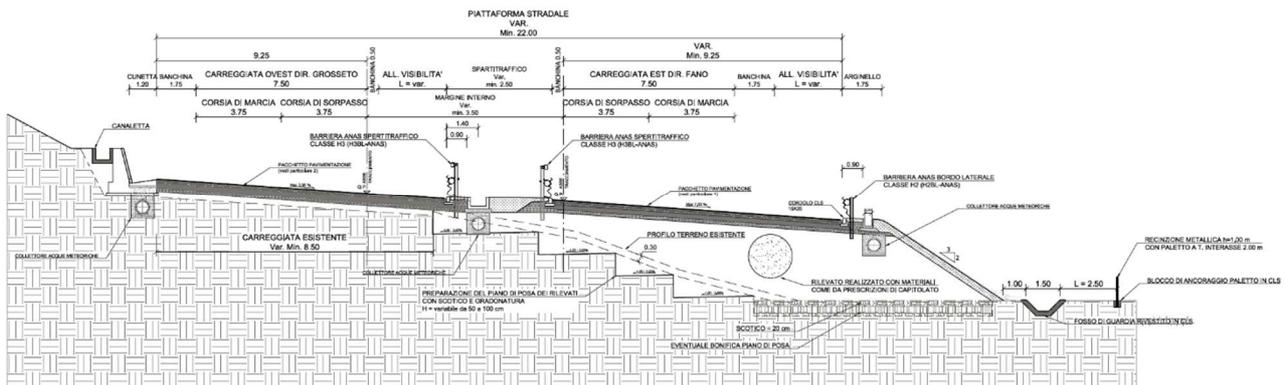


Figura 12 – Sezione tipo a mezzacosta in rettilo con muro a margine

Nei tratti in **galleria** la piattaforma stradale conserva la geometria della piattaforma stradale specifica della categoria B1 del D.M.05.11.2001, caratterizzata da due corsie di 3,75 m di larghezza, banchina in destra da 0,50 m e banchina in sinistra di larghezza pari a 1,75 m. Sul lato interno delle curve, la banchina è variabile al fine di garantire le corrette visuali libere e la corretta percezione visiva del tracciato.

Gli elementi di margine sono costituiti da profili ridirettivi gettati direttamente in struttura. Sono garantiti i franchi minimi richiesti nel D.M.05.11.2001, ovvero l'altezza libera, misurata sulla verticale a partire da qualsiasi punto della piattaforma, non risulta mai inferiore a 5,00 metri in corrispondenza della carreggiata e a 4,80 metri in corrispondenza delle banchine.

L'impianto di smaltimento delle acque di piattaforma è compreso tra la soletta e la pavimentazione con una serie di caditoie poste in banchina che scaricano all'interno di una tubazione che convoglia le acque verso la vasca di trattamento.

Il sistema di illuminazione previsto è costituito da corpi illuminanti installati su staffe collegate all'intradosso della soletta superiore, ad un'altezza dal piano stradale tale da garantire i franchi minimi richiesti dalla normativa.

Nei tratti in **viadotto** la piattaforma stradale conserva le larghezze delle corsie e delle banchine caratteristiche del tipo di strada in progetto, ad eccezione che nei tratti in curva in cui sono previsti degli allargamenti della sede stradale al fine di garantire le corrette distanze di visibilità libere.

A margine della banchina, su entrambi i lati, è inserito un cordolo di larghezza pari a 75 cm sul quale è installata la barriera di sicurezza metallica tipo ANAS.

Il sistema di raccolte acque è composto da griglie con scarico puntuale in corrispondenza delle pile.

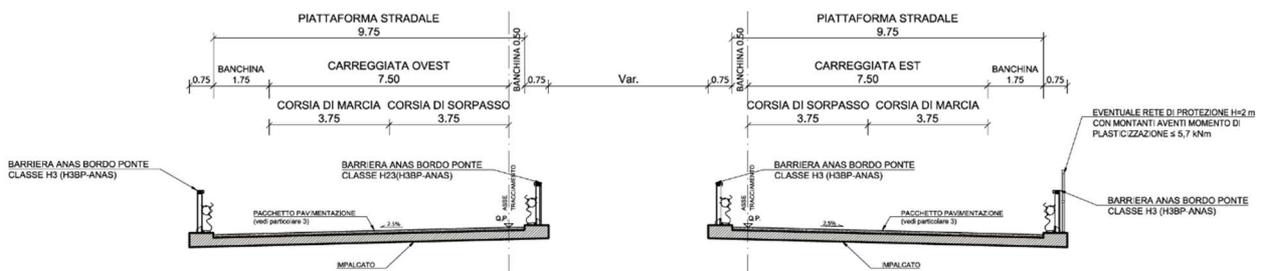


Figura 13 – Sezione tipo in viadotto in rettilifilo

3.5.2 Rampe di svincolo

Le sezioni tipo adottate per le rampe monosenso che costituiscono i rami degli svincoli prevedono un valore minimo di 6,50 m pavimentati, di cui 1,00 m per la banchina sinistra, 4,00 m per la corsia di marcia e 1,50 m per la banchina destra.

Il valore del ciglio e della banchina indicati rappresentano il valore corrente della carreggiata: in alcuni punti del tracciato la composizione plano-altimetrica è tale per cui è richiesto un allargamento della corsia per l'iscrizione dei veicoli o non sono garantite le visuali libere per l'arresto: di conseguenza si è reso necessario operare allargamenti della corsia o della banchina rispettivamente, al fine di soddisfare tale verifica.

La pendenza trasversale della piattaforma monofalda è prevista pari al 2,5% in rettilifilo, mentre in curva si raggiunge la pendenza massima consentita dalla normativa del 7,0 %.

In **rilevato** l'elemento marginale è costituito da un arginello di larghezza 1,75 metri, all'interno del quale viene installata la barriera di sicurezza di tipo metallico: la delimitazione dell'arginello dalla piattaforma stradale è realizzata mediante un cordolo in calcestruzzo avente dimensione 15 x 25 cm e altezza di 7 cm rispetto al piano viabile.

Le scarpate saranno profilate con pendenza 2/3, con strato di vegetale di spessore medio 30 cm inerbito mediante idrosemina, che si rastrema in corrispondenza dell'arginello e sostituito da materiale stabilizzato compattato, al fine di garantire la corretta infissione della barriera in un materiale che ne permetta il corretto funzionamento in caso di urto.

La raccolta acque è gestita mediante sistema chiuso con canalette con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoie con griglia non carrabile, utili a collettare le acque di piattaforma in tubazioni correnti per il conferimento alla vasca di trattamento e quindi al ricettore finale delle portate d'acqua captate. Come sistema di sicurezza, sono previste canalette tipo embrice posizionate lungo la scarpata: in caso di troppo pieno del sistema canaletta/tubazione queste convogliano le acque di piattaforma al piede del rilevato in fossi di guardia rivestiti.

Nei casi in cui il rilevato interessa terreni con pendenza trasversale $P > 15\%$ è prevista la conformazione del versante a gradoni di profondità massima 130 cm, e tratto sub-orizzontale con pendenza verso l'interno del 2%.

L'installazione dei corpi illuminanti deve essere eseguita ad una distanza di 2,30 m dal ciglio stradale.

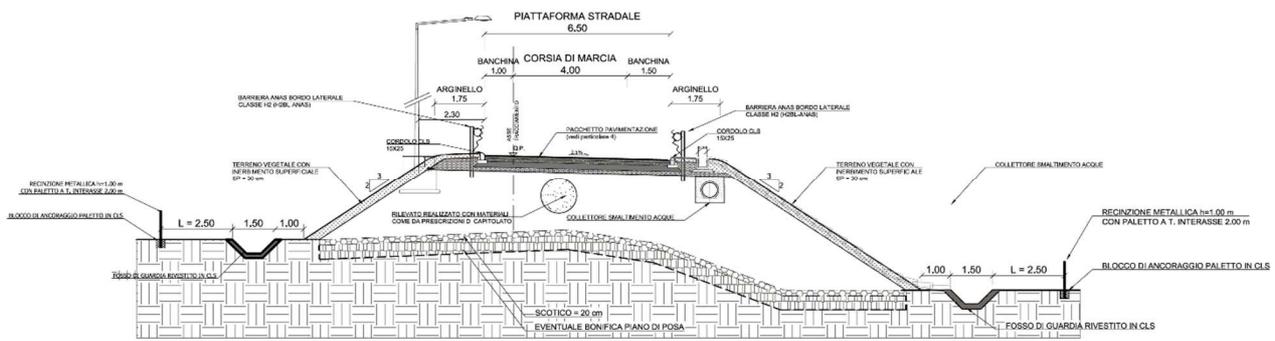


Figura 14 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in rilevato in rettilifo

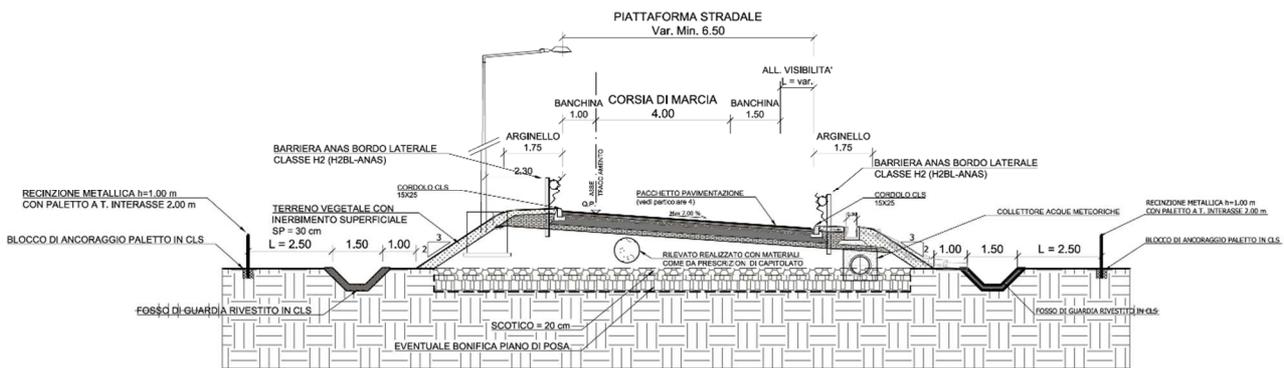


Figura 15 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in rilevato in rettilifo

Nei casi dove la morfologia del terreno o la presenza di vincoli ai lati della strada non permettono la formazione del rilevato con pendenza della scarpata naturale con pendenza 2/3, ai margini della piattaforma stradale sono disposti muri di sostegno in c.a. con paramento verticale.

A fianco della parte sommitale del muro è posizionato un cordolo in calcestruzzo di larghezza pari a 0,75 m e altezza massima dal piano viario pari a 7 cm, che separa la piattaforma stradale da un arginello di 1,35 m sul quale è installata la barriera di sicurezza di classe H2 tipo ANAS.

Lo smaltimento delle acque di piattaforma avviene attraverso canalette continue con griglie carrabili, collocate in banchina a ridosso della testa del muro.

Per quanto concerne la formazione del rilevato all'interno dei paramenti prefabbricati, è prevista l'interposizione di uno strato di materiale fornito da cava, sia per il tratto iniziale che per il secondo tratto, poiché la presenza delle costole di irrigidimento dei pannelli non permette l'esecuzione della stabilizzazione a calce nella formazione del rilevato.

Nei tratti in **trincea** le scarpate sono realizzate con pendenza al 2/3, in ragione delle caratteristiche meccaniche del terreno in sito, rivestite con uno strato di vegetale di 30 cm ed inerbite con idrosemina. Il fondo dello scavo verrà compattato fino a raggiungere il grado di portanza idoneo al piano di posa della pavimentazione stradale.

Le acque meteoriche vengono raccolte mediante cunette laterali, di larghezza complessiva 120 cm e con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoia con griglia carrabile, e convogliate nei pozzetti di raccolta, mediante condotte idrauliche poste in asse alla cunetta stessa.

Gli elementi marginali risultano essere di 1,70 m, dei quali 1,20 m necessari per l'inserimento della cunetta, e i residui 50 cm definiscono il tratto di raccordo con la scarpata.

In testa alla scarpata viene realizzato un fosso di guardia rivestito di larghezza minima totale di 150 cm, a protezione del tratto stradale in trincea.

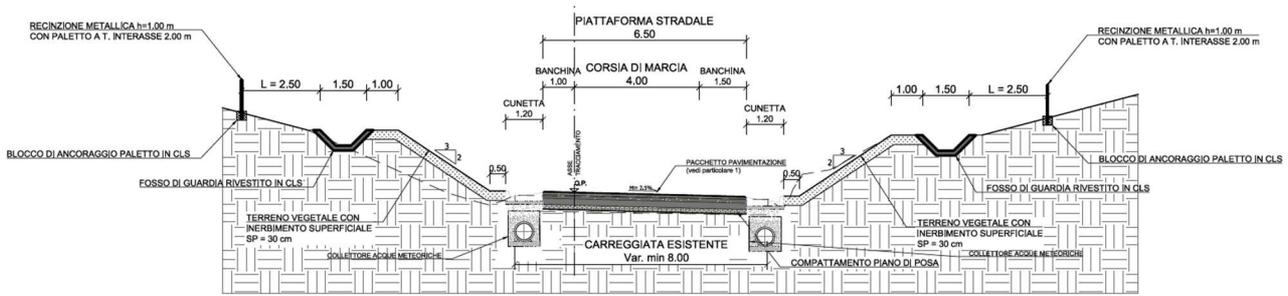


Figura 16 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in trincea in rettilineo

Nelle situazioni di **mezzacosta** le scarpate sono realizzate con pendenza al 2/3, in ragione delle caratteristiche meccaniche del terreno in sito, rivestite con uno strato di vegetale di 30 cm ed inerbite con idrosemina, che si rastrema (nel caso di scarpata in rilevato) in corrispondenza dell'arginello e sostituito da materiale stabilizzato e compattato, al fine di garantire la corretta infissione della barriera in un materiale che ne permetta il corretto funzionamento in caso di urto.

Le acque di piattaforma, per il lato di monte, vengono raccolte, come nel caso in trincea, mediante cunette laterali di larghezza complessiva 120 cm e con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoia con griglia carrabile e convogliate nei pozzetti di raccolta, mediante condotte idrauliche poste in asse alla cunetta stessa; a protezione della sede stradale dalle acque meteoriche esterne in scarpata viene realizzato un fossato di guardia rivestito di larghezza minima di 150 cm. Per il lato di valle, invece, si utilizzano gli stessi elementi marginali del rilevato e, di conseguenza, la raccolta acque è gestita mediante sistema chiuso con canalette con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoie con griglia non carrabile, utili a collettare le acque di piattaforma in tubazioni correnti per il conferimento alla vasca di trattamento e quindi al ricettore finale delle portate d'acqua captate.

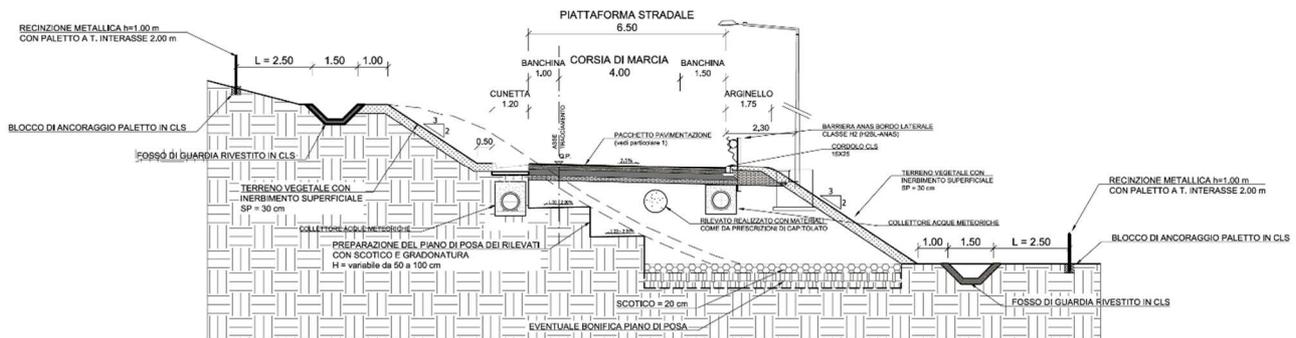


Figura 17 – Sezione tipo di rampa monodirezionale a mezzacosta in rettilineo

All'interno dei **sottovia** la piattaforma stradale conserva la geometria della rampa monosenso all'aperto, caratterizzata da una corsia di 4 m di larghezza, banchina in destra da 1 m e banchina in sinistra di larghezza pari a 1,5 m. Sul lato interno delle curve, la banchina è variabile al fine di garantire le corrette visuali libere e la corretta percezione visiva del tracciato.

Gli elementi di margine sono costituiti da profili ridirettivi gettati direttamente in struttura.

Sono garantiti i franchi minimi richiesti nel D.M.05.11.2001, ovvero l'altezza libera, misurata sulla verticale a partire da qualsiasi punto della piattaforma, non risulta mai inferiore a 5,00 metri in corrispondenza della carreggiata e a 4,80 metri in corrispondenza delle banchine.

L'impianto di smaltimento delle acque di piattaforma è compreso tra la soletta e la pavimentazione con una serie di caditoie poste in banchina che scaricano all'interno di una tubazione che convoglia le acque verso la vasca di trattamento.

Il sistema di illuminazione previsto è costituito da corpi illuminanti installati su staffe collegate all'intradosso della soletta superiore, ad un'altezza dal piano stradale tale da garantire i franchi minimi richiesti dalla normativa.

Nei tratti in **viadotto** la piattaforma stradale conserva le larghezze delle corsie e delle banchine

caratteristiche della rampa in progetto, ad eccezione che nei tratti in curva in cui sono previsti degli allargamenti della sede stradale al fine di garantire le corrette distanze di visibilità libere. A margine della banchina, su entrambi i lati, è inserito un cordolo di larghezza pari a 75 cm sul quale è installata la barriera di sicurezza metallica tipo ANAS. Il sistema di raccolte acque è composto da griglie con scarico puntuale in corrispondenza delle pile.

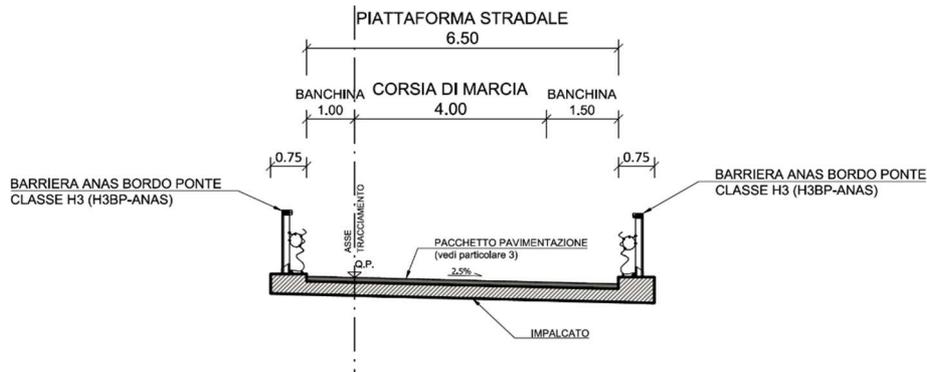


Figura 18 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in viadotto in rettilo

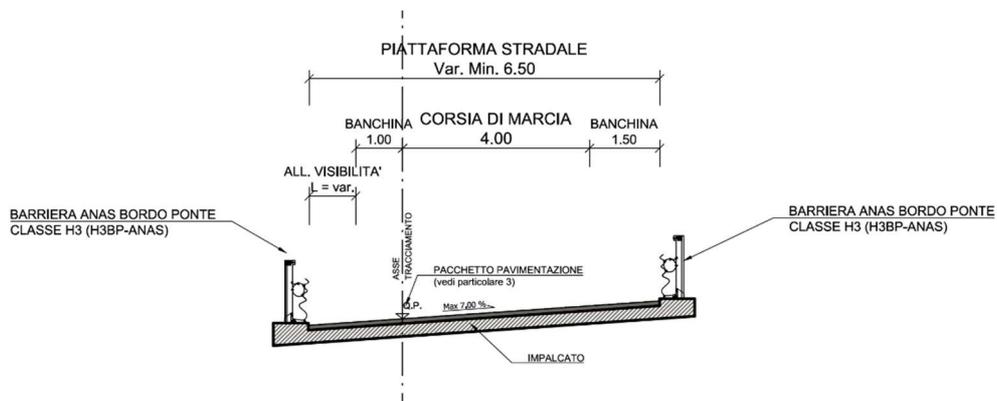


Figura 19 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in viadotto in curva

4 RELAZIONE EX ART. 4 DM 22/04/2004

Alla luce delle considerazioni svolte nel capitolo 2 del presente elaborato, l'intervento in esame consiste in un adeguamento di infrastruttura esistente e come tale esula dall'applicazione rigorosa dei criteri propri del DM 05/11/2001 in base alle modifiche introdotte dal DM 22/04/04: in riferimento all'art. 4 di detto Decreto, il presente paragrafo assume quindi la valenza di "specificazione di relazione di analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza". L'ipotesi progettuale prevede il riutilizzo, per la realizzazione della carreggiata occidentale, della piattaforma viaria esistente, mentre la carreggiata orientale si affianca alla prima mantenendosi sostanzialmente parallela ad essa. Anche le opere d'arte saranno realizzate in corrispondenza o in affiancamento a quelle esistenti.

4.1 Analisi della strada esistente

Come già indicato l'intervento in oggetto riguarda il riassetto di un tratto di viabilità extraurbana secondaria costituito da due svincoli ("Cerchiaia" e "Ruffolo") e dal tratto della S.S. n.223 "di Pagnanico" ivi compresa.

Allo stato attuale la S.S.223 assume nei tratti esterni all'intervento in oggetto (lungo la direttiva Fano - Grosseto) una configurazione di strada a due carreggiate separate, ciascuna delle quali con due corsie per senso di marcia, mentre nel tratto in esame essa modifica la sua conformazione configurandosi come una strada a singola carreggiata con una corsia per senso di marcia. Lungo il tracciato sono presenti due gallerie (S. Lazzerò e Bucciano) lunghe ciascuna circa 150 m e 6 viadotti di lunghezza compresa tra i 100 e i 500 m. inoltre, alla progressiva km 2+630 è collocata una piccola area di servizio che serve gli utenti in direzione Fano.

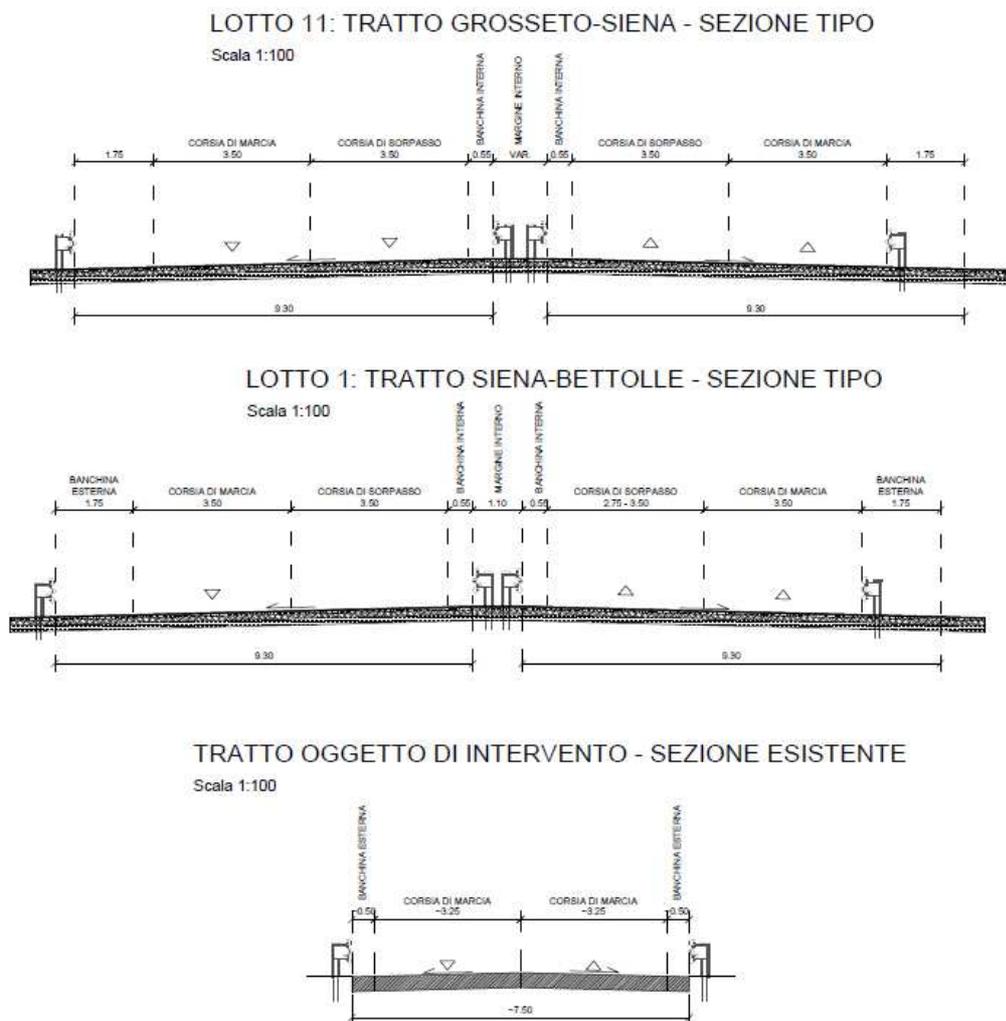


Figura 20 – Sezioni tipo tratti esistenti

Lo svincolo Cerchiaia permette il raccordo tra il tratto a 4 e a 2 corsie della SS 223 nonché la connessione della stessa con la tangenziale Ovest di Siena. Ciò avviene tramite uno schema non convenzionale costituito da 6 rampe (5 dirette e 1 semidiretta) nessuna delle quali presenta veri e propri tratti di manovra per l'uscita in destra dal flusso stradale in quanto le rampe stesse risultano biforcazioni delle carreggiate dei tratti stradali a cui sono connesse.

Lo svincolo Ruffolo connette la SS 223 (di cui lo svincolo costituisce il tratto terminale) alla SS 73 (che collega Siena ad Arezzo). L'intersezione è caratterizzata da un classico schema "a trombetta" costituito da due rampe dirette, una semidiretta e una indiretta.

La sezione trasversale dell'infrastruttura esistente, nel tratto a 2 corsie compreso tra i due svincoli, presenta le seguenti caratteristiche:

- Nei tratti in sede naturale corsie di larghezza pari circa a 3,50 m e banchine laterali praticamente inesistenti pari a circa 0,25 m (ampliate a 1 m nei tratti a mezza costa con cunetta laterale) per una larghezza complessiva di 7,50m (8,25 nei tratti a mezza costa concunetta);

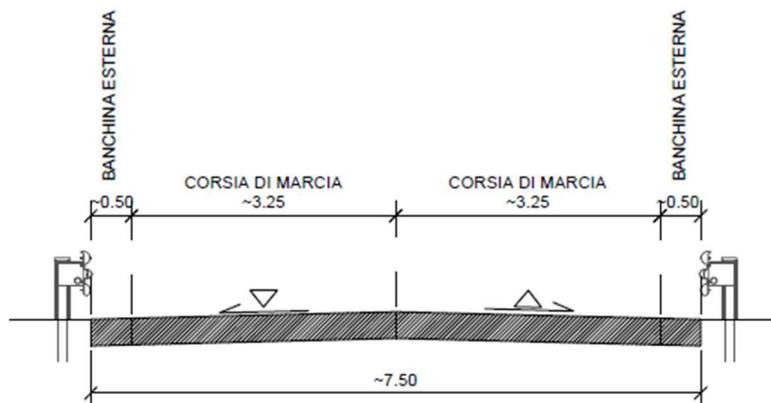


Figura 21 – Sezioni tipo tratti esistenti in sede naturale

- nei tratti in viadotto corsie di larghezza pari circa a 3,50m e banchine laterali di larghezza leggermente superiore pari a 0,75m, per una larghezza complessiva di 8,50m;

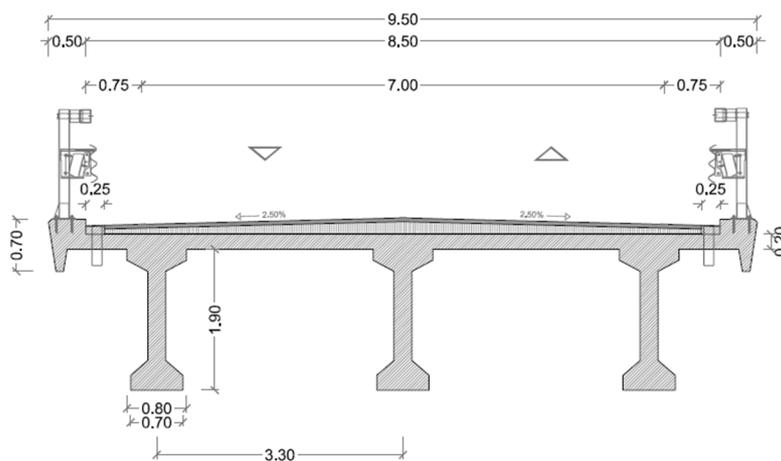


Figura 22 – Sezioni tipo tratti esistenti in viadotto

- nei tratti in galleria corsie di larghezza pari circa a 3,75m e banchine laterali pari a circa 0,50m per una larghezza complessiva di 8,50m, più due marciapiedi laterali di circa 0,5 m.

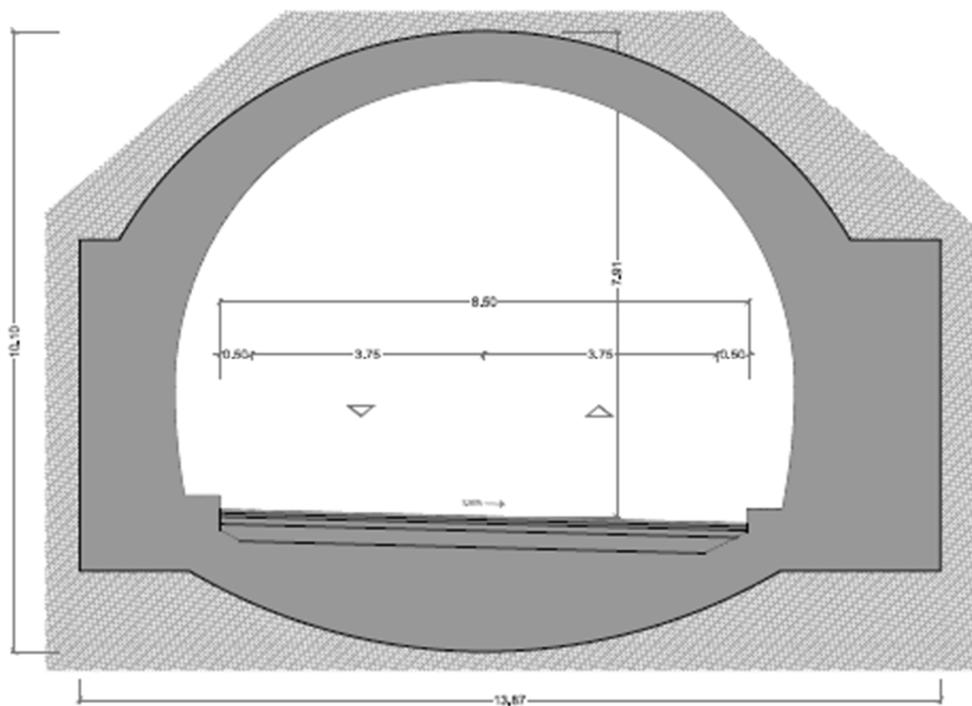


Figura 23 – Sezioni tipo tratti esistenti in galleria

I limiti di velocità presenti lungo le due direzioni dell'attuale viabilità, che, in termini generali, prevedono una limitazione a 40-50 km/h nelle zone degli svincoli di Cerchiaia e Ruffolo e una limitazione a 70 km/h nel tratto ricompreso fra gli stessi. Lungo l'intero itinerario, per entrambe le direzioni di marcia, non è mai ammessa la manovra di sorpasso.

Le principali criticità riscontrate dall'analisi dello stato di fatto sotto un piano tecnico e funzionale sono di seguito elencate:

- non esiste continuità tra la SS 73 e la SS 223, gli utenti che percorrono la dorsale di collegamento da Fano in direzione Grosseto (e viceversa) sono obbligati a cambiare itinerario tramite le rampe dello svincolo Ruffolo;
- l'SS 223, nel tratto in esame, possiede caratteristiche funzionali inferiori rispetto alle parti contigue della medesima infrastruttura e alla SS 73, entrambe caratterizzate da due carreggiate separate con due corsie per senso di marcia. Rispetto a questi ultimi, il tratto oggetto di intervento (che risulta passaggio obbligato di collegamento tra i due itinerari) genera una discontinuità con caratteristiche prestazionali inferiori sia sul piano della sicurezza che su quello della gestione dei flussi di traffico;
- il tratto stradale in esame presenta geometrie trasversali non omogenee lungo il tracciato e non conformi agli standard normativi minimi richiesti lungo un itinerario trans europeo ("Tipo C" DM 05/11/2001), altri aspetti di non conformità nei confronti della medesima normativa si riscontrano sulle geometrie di tracciato (quali ad esempio l'assenza di raccordi a curvatura variabili tipo clotoide) e sul piano delle verifiche cinematiche e di visibilità;
- gli svincoli non risultano conformi alla normativa di riferimento (DM 19/04/2006) sul piano sia geometrico che funzionale con particolari criticità legate a tutte le rampe di uscita che configurandosi come naturali estensioni delle corsie di marcia impongono agli utenti di posizionarsi per tempo o sulla corsia di sorpasso o su quella di marcia ai fini di proseguire verso la direzione desiderata (la normativa impone invece che tutte le manovre di uscita su intersezioni a livello sfalsato avvengano con corsie specializzate di diversione posizionate sul lato destro della carreggiata).

4.2 Interventi di potenziamento e messa in sicurezza

Dall'analisi sopra riportata e dai volumi di traffico presenti appare evidente che il miglioramento delle caratteristiche funzionali e di sicurezza della circolazione non può prescindere da un adeguato ampliamento della sezione trasversale a tipo B secondo il DM 05/11/2001, in special modo con l'introduzione dello spartitraffico e della doppia corsia per senso di marcia che faciliterà il sorpasso in tutta sicurezza, in special modo dei mezzi pesanti.

Al fine di determinare la piattaforma idonea a tale scopo ma che nel contempo minimizzi il consumo di suolo ed ottimizzi l'utilizzo delle risorse è stato dapprima condotta un'analisi mirante a determinare la $V_{p_{max}}$ ottimale dalla quale, come è noto, discendono le larghezze modulari degli elementi compositivi della piattaforma; in particolare ci si è riferiti al campo di flessibilità della scelta della $V_{p_{max}}$ in base ai valori indicati nella tabella 1 che di seguito si riporta:

<i>Tipo di strada</i>	<i>Denominazione</i>	<i>$V_{p_{max}}$ (km/h)</i>
A	Autostrada	110 – 140
B	Strade extraurbane principali	70 – 120
C	Strade extraurbane secondarie	70 – 100
D	Strade urbane di scorrimento	60 – 80
E	Strade urbane di quartiere	40 – 60
F	Strade locali extraurbane	70 – 100
F	Strade locali urbane	40 – 60

Tabella 1 – Campo di flessibilità nella scelta del valore della $V_{p_{max}}$ per il progetto degli interventi di adeguamento delle strade esistenti

Dall'analisi del tracciato esistente è risultato possibile mantenere la $V_{p_{max}}$ di 120 km/h propria della sezione tipo B del DM 05/11/2001 in modo che l'intervallo di velocità di progetto risultante sia 70 - 120 km/h, con limite di velocità 110 km/h come da c.d.s.

Per quanto riguarda le caratteristiche geometriche degli elementi costituenti il tracciato stradale si è ritenuto ammissibile accettare, se del caso, alcune deviazioni rispetto alle prescrizioni dell'allegato tecnico al D.M. 5.11.2001 per quanto attiene la lunghezza minima dei rettifili.

Trattandosi di strada a carreggiate separate, la sezione tipo di riferimento per la piattaforma è la tipo B (extraurbane principali) del DM 05/11/2001 che prevede una doppia carreggiata separata da spartitraffico di larghezza 2.50 m, ciascuna composta da banchina interna di 0.50 m, doppia corsia di modulo 3.75 m ciascuna e banchina esterna di 1.75 m.

Inoltre, al fine di garantire il corretto funzionamento delle barriere di sicurezza, l'arginello in rilevato verrà ampliato ad una dimensione minima pari a 1.75 m.

Completano l'intervento nel suo complesso le seguenti ulteriori lavorazioni:

- demolizione completa del pacchetto di pavimentazione ed il suo rifacimento con adeguamento delle pendenze trasversali e adozione di uno strato di usura drenante;
- installazione di barriere di sicurezza rispondenti alla nuova normativa nonché adozione di attenuatori d'urto nelle cuspidi delle corsie di uscita delle intersezioni;
- eventuale installazione di barriere acustiche ove risultasse necessario.

Stante quanto suddetto, in sintesi si riassumono gli aspetti di carattere generale in grado di elevare il livello di sicurezza offerto all'utenza dall'arteria potenziata e riqualificata:

- ampliamento della sezione trasversale a tipo B con conseguente incremento di una corsia per senso di marcia e allargamento della piattaforma;
- geometrizzazione del tracciato con inserimento di curve a raggio variabile (raccordi clotoidici);
- incremento della velocità di progetto lungo l'intero tracciato;
- analisi delle prestazioni del tracciato in termini di visibilità per l'arresto e adozione di

provvedimenti mitigativi (ampliamenti di sezione) nei tratti in cui si è riscontrata tale carenza;

- pendenze trasversali più elevate, a parità di raggio, rispetto a quelle esistenti, con conseguente incremento dei valori della velocità limite allo sbandamento;
- realizzazione di nuove opere d'arte quali viadotti e cavalcavia con moderne tecniche di realizzazione oltre che materiali e calcoli strutturali rispondenti alla normativa cogente;
- adozione di barriere di sicurezza rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (DM 21/06/04).

Si può pertanto affermare che la valenza degli elementi positivi di cui sopra e la loro lettura combinata concorrono a concludere che, nello spirito di quanto richiesto dal DM n. 67/S del 22.04.2004, l'intervento configurato in progetto migliora complessivamente la sicurezza del sistema rispetto all'infrastruttura attuale.

4.3 Stima dell'incidentalità, analisi quantitativa "before-after"

Al fine di quantificare concretamente gli impatti positivi e negativi sulla sicurezza stradale dell'intervento di ammodernamento dell'infrastruttura in esame, si è proceduto con un'analisi approfondita che valutasse dapprima l'incidentalità rilevata allo stato attuale e che, successivamente, tramite l'utilizzo di specifici parametri ricavabili in letteratura, calcolasse a livello statistico la quantità e la gravità degli incidenti attesi sia nel caso di non intervento sia nel caso di effettiva realizzazione dell'opera in fase di progettazione.

Per l'analisi di incidentalità allo stato attuale si è preso in considerazione il tratto della S.S. 223 si estende dal km 67+000 e al km 72+300 e il tratto dal km 2+000 al km 3+000 della Siena-Bettolle. Per i dati di incidentalità si è fatto riferimento a quanto ricavabile dal portale ACI-ISTAT con riferimento al quinquennio 2014 – 2018. Tali dati forniscono le seguenti informazioni:

- Tipologia d'incidente (mortale o no);
- Conseguenze sulle persone (presenza di morti e/o feriti);
- Tipologia di veicoli coinvolti (coinvolgimento di veicoli a due ruote o veicoli industriali);
- Tipologia dell'incidente sulle strade statali: scontro frontale (SF), Scontro frontale laterale o laterale (SFLL), tamponamento (T), investimento di pedone (P), Sbandamento (FS) e altro.

			Anno 2014											
			Incidenti		Conseguenze		Veicoli coinvolti		Tipologia di incidente					
Provincia	Da km	A Km	Totali	Mortali	Morti	Feriti	2 ruote	VCI	SF	SFLL	T	P	FS	Altro
Siena	67	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	68	69	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Siena	69	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	70	71	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Siena	71	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	72	72.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE			2	1	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0

Tabella 2 – Dati di incidentalità relativi alla S.S. 223 nell'anno 2014 (Fonte: Portale Acì)

			Anno 2015											
			Incidenti		Conseguenze		Veicoli coinvolti		Tipologia di incidente					
Provincia	Da km	A Km	Totali	Mortali	Morti	Feriti	2 ruote	VCI	SF	SFLL	T	P	FS	Altro
Siena	67	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	68	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	69	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	70	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	71	72	2	0	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0
Siena	72	72.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	2	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
TOTALE			3	0	0	4	1	1	1	1	1	0	0	0

Tabella 3 – Dati di incidentalità relativi alla S.S. 223 nell'anno 2015 (Fonte: Portale Aci)

			Anno 2016											
			Incidenti		Conseguenze		Veicoli coinvolti		Tipologia di incidente					
Provincia	Da km	A Km	Totali	Mortali	Morti	Feriti	2 ruote	VCI	SF	SFLL	T	P	FS	Altro
Siena	67	68	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Siena	68	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	69	70	2	0	0	5	0	1	0	0	2	0	0	0
Siena	70	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	71	72	1	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0
Siena	72	72.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	2	3	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTALE			5	0	0	13	0	1	1	0	2	0	0	2

Tabella 4 – Dati di incidentalità relativi alla S.S. 223 nell'anno 2016 (Fonte: Portale Aci)

			Anno 2017											
			Incidenti		Conseguenze		Veicoli coinvolti		Tipologia di incidente					
Provincia	Da km	A Km	Totali	Mortali	Morti	Feriti	2 ruote	VCI	SF	SFLL	T	P	FS	Altro
Siena	67	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	68	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	69	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	70	71	3	0	0	7	0	1	1	1	0	0	1	0
Siena	71	72	1	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0
Siena	72	72.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	2	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
TOTALE			5	0	0	12	1	1	1	2	1	0	1	0

Tabella 5 – Dati di incidentalità relativi alla S.S. 223 nell'anno 2017 (Fonte: Portale Aci)

			Anno 2018											
			Incidenti		Conseguenze		Veicoli coinvolti		Tipologia di incidente					
Provincia	Da km	A Km	Totali	Mortali	Morti	Feriti	2 ruote	VCI	SF	SFLL	T	P	FS	Altro
Siena	67	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	68	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	69	70	1	0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0
Siena	70	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	71	72	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
Siena	72	72.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siena	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE			2	0	0	4	0	2	1	0	1	0	0	0

Tabella 6 – Dati di incidentalità relativi alla S.S. 223 nell'anno 2018 (Fonte: Portale Aci)

Nella figura successiva è riportato il numero d'incidenti, di morti e di feriti relativi alla S.S.223 verificatisi nell'intervallo di riferimento (2014-2018). Il picco si è registrato nel 2016 e nel 2017, con 4 incidenti verificatisi nella tratta in esame che pur non avendo provocato morti hanno causato 11 feriti; nel 2014 invece si è registrata l'unica morte. Nel 2018 si è avuto un dimezzamento degli incidenti (2) riducendo a 4 il numero di persone ferite.

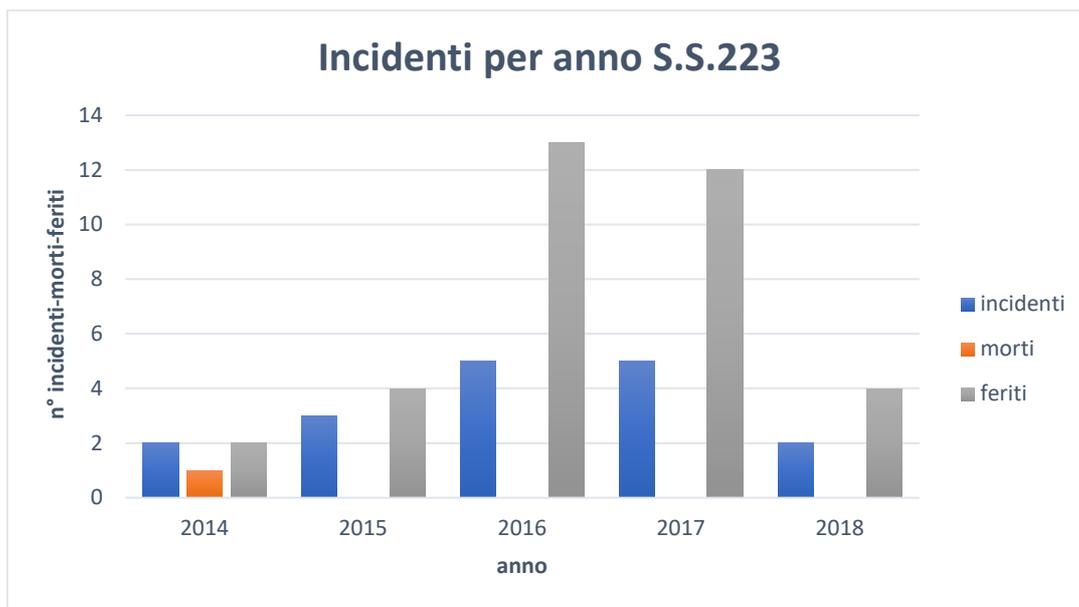


Figura 24 – Numero di incidenti e relativo numero di morti e feriti per anno di accadimento sulla S.S. 223 nel periodo 2014-2018 (Fonte: Portale Aci)

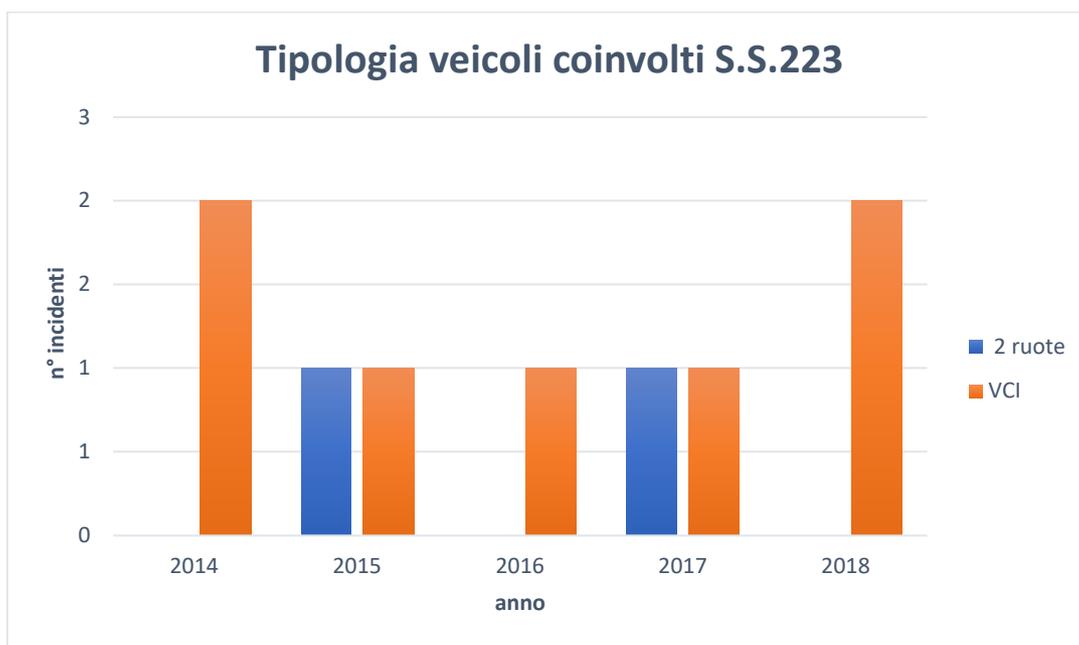


Figura 25 – Tipologia di veicoli coinvolti nel periodo 2014-2018 (Fonte: Portale Aci)

Nella figura antistante è riportata l'eventuale presenza di veicoli industriali, che per le loro caratteristiche spesso aumentano la gravità degli incidenti, e di veicoli a due ruote che spesso subiscono le conseguenze peggiori.

La Figura sottostante riporta invece le percentuali delle diverse tipologie di incidente che si sono verificate lungo l'infrastruttura in esame evidenziando come più della metà degli incidenti sia da attribuirsi a scontri frontali o scontri frontali - laterali.

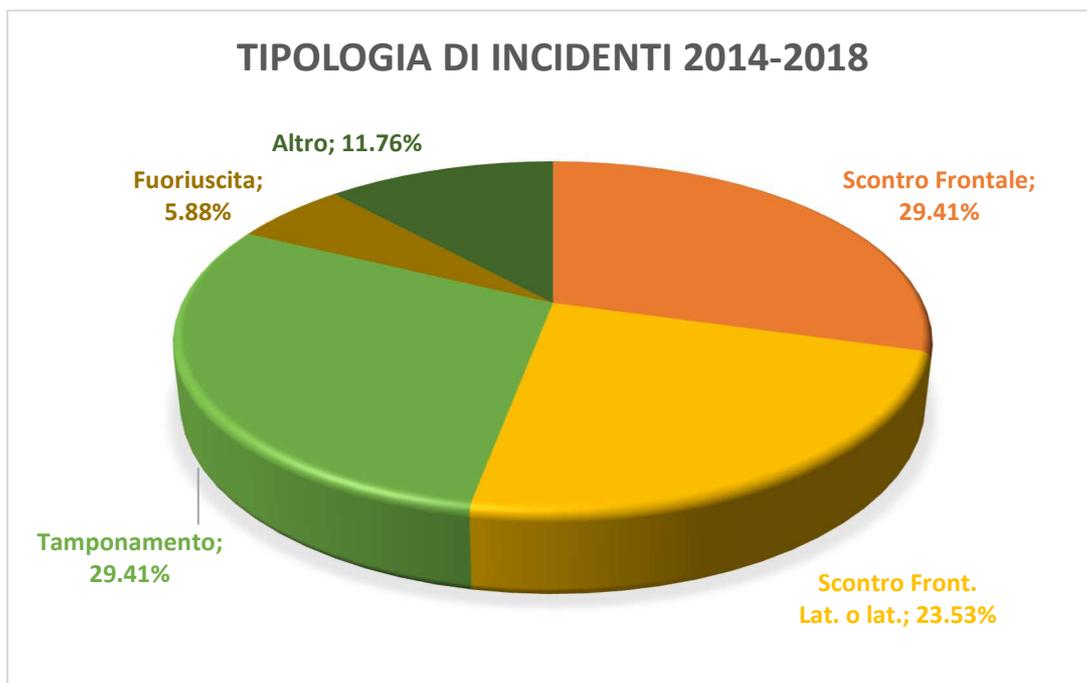


Figura 26 – Tipologia d'incidente nel periodo 2014-2018 (Fonte: Portale Aci)

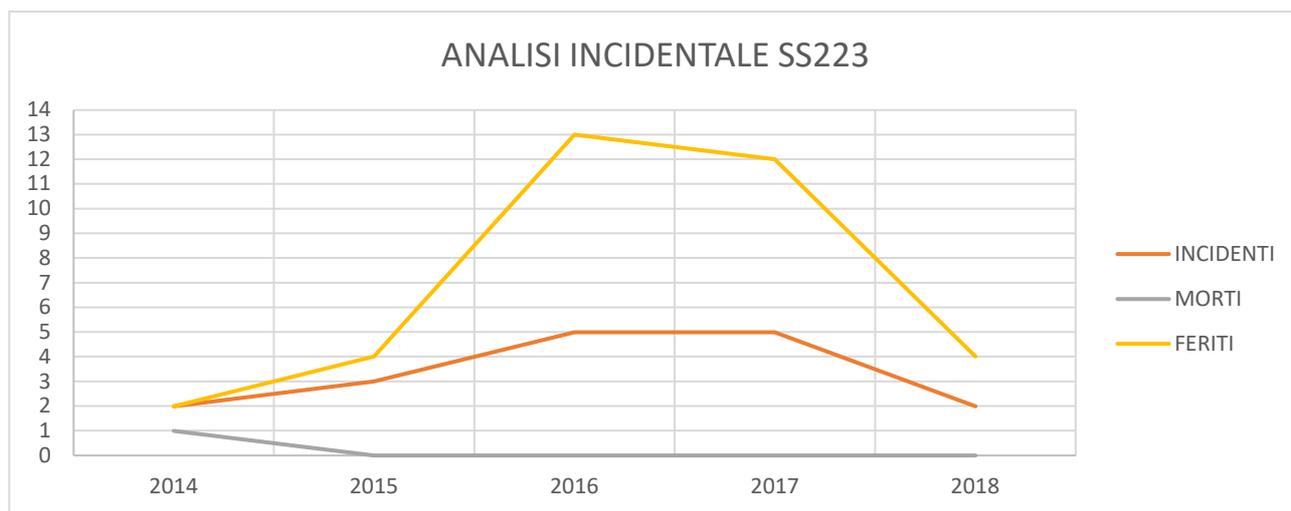


Figura 27 – Analisi incidentale S.S. 223 (Fonte: Elaborazione sui dati Portale Aci)

La lettura dei dati assoluti sul numero d'incidenti stradali con lesioni a persone, verificatisi sulla tratta stradale in esame, fornisce un'informazione parziale che occorre valorizzare per meglio interpretare il fenomeno; si rende necessario, infatti, arricchire tale informazione con indicatori sintetici che ne diano una misura relativa:

- **Indice di mortalità stradale (IM)** - tale rapporto presenta al numeratore il numero (M) dei decessi come conseguenza degli incidenti e al denominatore il numero (I) degli incidenti stradali con lesioni a persone. Il parametro IM esprime, quindi, il numero di decessi a seguito di incidenti stradali verificatisi in un determinato anno, ogni 100 incidenti;

$$IM = \left(\frac{M}{I} \right) 100$$

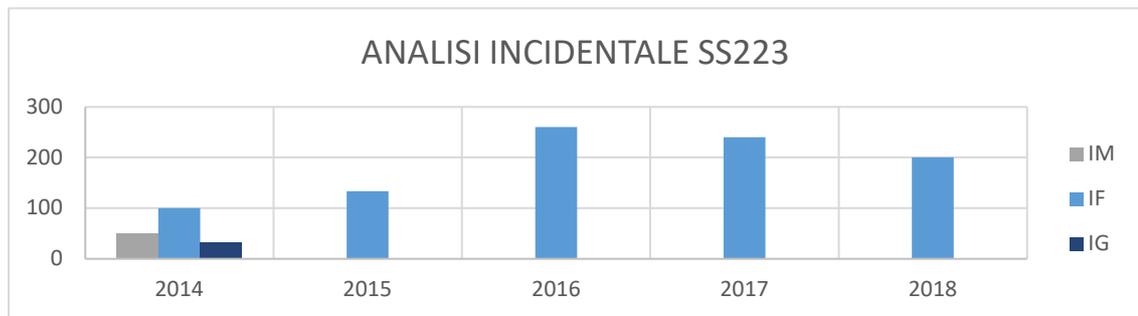
- indice di lesività stradale (IF) - esprime il rapporto di lesività stradale ogni 100 incidenti tra il numero dei feriti (F) e il numero degli incidenti stradali con lesioni a persone, senza distinzione di gravità, anche in questo caso, IF può essere considerato un indicatore di pericolosità degli incidenti, seppure limitato ai soggetti che, coinvolti in incidenti, sono rimasti feriti;

$$IF = \left(\frac{F}{I} \right) 100$$

- indice di gravità (IG) - esprime il rapporto tra il numero dei morti e il numero degli infortunati

$$IG = \left(\frac{M}{M + F} \right) 100$$

dove (M+F) rappresenta il numero di morti e feriti e dunque la numerosità complessiva delle persone infortunate nell'incidente, tale indice rappresenta un diverso indicatore di gravità rispetto ad IM, che, cresce in funzione del numero M di morti e dunque dell'esito letale della forma di sinistro considerata.



ANNO	IM	IF	IG
2014	50	100	33
2015	0	133	0
2016	0	260	0
2017	0	240	0
2018	0	200	0

Figura 28 – Indice di gravità, di mortalità stradale e di lesività stradale per anno

Se si confronta il dato più statisticamente significativo, ovvero l'indice di lesività, con quello relativo all'intera regione Toscana, riportato di seguito, emerge chiaramente come l'infrastruttura in esame risulti significativamente più pericolosa rispetto alla media regionale.

Anno	Incidenti	Feriti	IF
2014	16654	22051	132
2015	15863	20957	132
2016	16506	22021	133
2017	16099	21390	133
2018	15823	20985	133

Tabella 7 – indice di lesività regione Toscana (fonte dati <http://www.lis.aci.it/>)

Altri indicatori utili per comprendere la pericolosità del tratto di strada analizzato sono, come suggerito dalle Linee Guida di applicazione del DLgs 35/11, la frequenza ed il tasso di incidentalità, ottenuti mettendo in relazione gli eventi incidentali con, rispettivamente, la lunghezza del tratto omogeneo analizzato e lunghezze e numero di veicoli transitanti lungo il tratto omogeneo analizzato.

Per ricavare quest'ultimo dato si è fatto riferimento allo studio di traffico redatto nel contesto dell'attuale fase di progettazione (vedasi elaborato T00EG00GENRE03) dal quale si evince (con particolare riferimento alla tabella di pag. 32) che nel tratto compreso tra gli svincoli di inizio e fine lotto, l'infrastruttura risulta attualmente caratterizzata da un TGM bidirezionale pari a 22.661 veic/g. Nel medesimo documento è stato individuato un tasso di crescita annuo del traffico pari all'1%. Ipotizzando che tale tasso sia applicabile anche in riferimento agli anni precedenti è possibile ricavare il TGM relativo a ciascun anno dell'intervallo temporale analizzato e conseguentemente il numero di veicoli transitanti lungo l'infrastruttura.

Anno	TGM	Veicoli [*10 ⁶]
2014	21348	7,792
2015	21561	7,870
2016	21777	7,949
2017	21995	8,028
2018	22214	8,108

Tabella 8 – Veicoli transitanti sul tratto omogeneo nell'intervallo temporale analizzato

A partire dai dati disponibili si ricava dunque le frequenze ed i tassi di incidentalità.

Anno	incidenti	morti	feriti	Estensione [km]	Frequenza Incidenti [incidenti/km]	Frequenza morti [morti/km]	Frequenza feriti [feriti/km]
2014	2	1	2	6,3	0,317	0,159	0,317
2015	3	0	4	6,3	0,476	0,000	0,635
2016	5	0	13	6,3	0,794	0,000	2,063
2017	5	0	12	6,3	0,794	0,000	1,905
2018	2	0	4	6,3	0,317	0,000	0,635
MEDIA ANNUA	3,4	0,2	7	6,3	0,540	0,032	1,111

Tabella 9 – Frequenze di incidentalità

Anno	Veicoli [*10 ⁶]	Tasso di incidentalità su flusso [incidenti/km*10 ⁶ veic]	Tasso di mortalità su flusso [morti/km*10 ⁶ veic]	Tasso di lesività su flusso [feriti/km*10 ⁶ veic]
2014	7,792	0,041	0,020	0,041
2015	7,870	0,061	0,000	0,081
2016	7,949	0,100	0,000	0,260
2017	8,028	0,099	0,000	0,237
2018	8,108	0,039	0,000	0,078
MEDIA ANNUA	7,949	0,068	0,004	0,139

Tabella 10 – Tasso di incidentalità

Raffrontando gli indicatori delle frequenze di incidentalità appena ricavati con quelli relativi all'intera SS223 nel medesimo arco temporale, emerge chiaramente come anche all'interno della stessa infrastruttura il tratto analizzato risulti caratterizzato da una maggiore pericolosità.

Anno	Incidenti	Morti	Feriti	Estensione [km]	Frequenza Incidenti [incidenti/km]	Frequenza morti [morti/km]	Frequenza feriti [feriti/km]
2014	30	2	62	72,3	0,415	0,028	0,858
2015	37	0	73	72,3	0,512	0,000	1,010
2016	35	4	83	72,3	0,484	0,055	1,148
2017	29	0	60	72,3	0,401	0,000	0,830
2018	38	0	71	72,3	0,526	0,000	0,982
MEDIA ANNUA	33,8	1,2	69,8	72,3	0,467	0,017	0,965

Tabella 11 – Frequenze di incidentalità SS223 (fonte dati <http://www.lis.aci.it/>)

Il primo passo per poter comprendere gli eventuali benefici dell'intervento sulla sicurezza stradale è quello di proiettare i dati attualmente disponibili in uno scenario futuro. Per prima cosa sono stati presi in considerazione i dati relativi al TGM dello stato attuale ed il relativo tasso di crescita annua sopra descritto e sulla base di tali dati, è stato possibile rappresentare un quadro della situazione attuale ante intervento valutando il numero di incidenti, di morti e di feriti nel periodo di riferimento, e stimare, ipotizzando che tali valori siano proporzionalmente legati all'incremento del TGM, il numero di incidenti, morti e feriti nello scenario di non intervento.

	Incidenti	Morti	Feriti	TGM
Media 2014-2018	3,4	0,2	7	22214
Non intervento 2025	3,64	0,21	7,50	23817
Non intervento 2039	4,19	0,25	8,63	24482

Tabella 12 - Stima numero incidenti (scenari futuri in caso di non intervento con crescita annua legata all'incremento di TGM)

La metodologia operativa prevede dunque di confrontare lo scenario di progetto con quello ante operam evidenziando le migliorie più significative ai fini della messa in sicurezza dell'infrastruttura viaria. I modelli implementati nel calcolo forniscono, in relazione agli elementi progettuali migliorativi adottati, coefficienti sperimentali di modificazione delle prestazioni di sicurezza (AMF Accident Modification Factors for traffic engineering) la cui applicazione consentirà di stimare la variazione di incidentalità nello scenario di riferimento temporale individuato.

Il progetto di adeguamento in esame può essere suddiviso in una serie di interventi che ne aumentano le caratteristiche di sicurezza stradale:

- Miglioramento caratteristiche piano – altimetriche
- Realizzazione spartitraffico, raddoppio delle corsie
- Adeguamento margini laterali e barriere di sicurezza
- Incremento larghezza banchine e allargamenti per visibilità.

Ognuno di questi singoli interventi riduce la probabilità di rischio di un tipo di incidente. La letteratura di settore fornisce per ogni intervento un intervallo dei valori dell'AMF. Cautelativamente si è deciso di adottare il valore più basso di tale intervallo.

Tipo di intervento	Tipo di incidente su cui influisce	Riduzione %	
		Letteratura	Adottato
Miglioramenti della geometria orizzontale	Scontro frontale	30 – 45	30
	Tamponamento	30 – 45	30
	Sorpasso	30 – 45	30
	Investimento pedone	30 – 45	-
	Fuoriuscita di strada (in curva)	30 – 45	30

	Perdita di controllo in curva	30 – 45	-
Raddoppio delle corsie / realizzazione della corsia di sorpasso/ realizzazione spartitraffico	Urto tra veicoli in corrispondenza di intersezioni	30 – 50	-
	Scontro frontale	90 – 100	90
	Tamponamento	30 – 50	30
	Sorpasso	40 – 80	-
	Investimento pedone	30 – 50	-
	Fuoriuscita di strada	20 – 50	20
Creazione di zone libere da ingombri, realizzazione di barriere di sicurezza	Urto contro ostacolo fisso	30 – 40	-
	Fuoriuscita di strada	30 – 40	30
Allargamento banchine	Scontro frontale	20 – 30	-
	Fuoriuscita di strada (in rettilo)	20 – 30	20
	Fuoriuscita di strada (in curva)	20 – 30	20
	Perdita di controllo	20 – 30	-

Tabella 13 - Stima AMF in funzione del tipo di intervento e del tipo di incidente (fonte Ogden K.W. ,1996, Safer roads – a guide to roads safety engineering)

Ipotizzando che la distribuzione percentuale degli incidenti resti invariata e che ad ogni tipo di incidente si applicano i singoli AMF precedentemente stimati. Si ricava, come esplicitato dalla seguente tabella, che il numero di incidenti si riduce del 70.98 % a seguito degli interventi di progetto.

Tipologia incidente	Ripartizione	Barriere di sicurezza/ Allargamento banchine	Geometria orizzontale	Sopraelevazioni corrette / trattamenti superficiali	Raddoppio delle corsie/spartitraffico	Coefficiente riduzione	Incidenti attesi
Scontro frontale	29%		30%		90%	93%	2.03%
Frontale-laterale	24%	20%	30%		40%	66.40%	8.06%
Tamponamento	29%		30%	20%	30%	60.80%	11.47%
Fuoriuscita	6%	30%	30%	40%	20%	76.50%	1.41%
Altro	12%	20%	20%		20%	48.80%	6.14%
TOTALE	100%					TOTALE	29.02%

Tabella 14 - Stima riduzione media tipologia incidente e incidentalità media

È necessario poi considerare che l'adeguamento dell'infrastruttura ad una strada tipo "B" comporta un incremento delle velocità di percorrenza dell'infrastruttura, da 90 km/h a 110 km/h (trascurando i tratti con limiti di velocità).

L'aumento della velocità comporta un incremento del rischio di incidente e della gravità dello stesso, considerando che l'energia cinetica di un veicolo è proporzionale al quadrato del rapporto tra le velocità nella situazione di progetto e in quella attuale, vi è un incremento di energia per il singolo veicolo pari a:

$$(110/90)^2 = 1.49.$$

In letteratura, sono stati svolti diversi studi che analizzano la correlazione tra velocità, variazione della stessa e rischio di incidente, si cita ad esempio "An empirical examination of the relationship between speed and road accidents" allegato F al report 617 Accident Modifications Factors for Traffic Engineering and ITS Improvements del NCHRP (National Cooperative Highway Research Program), TRB 2008.

Volendo prendere a riferimento tale studio e considerando che a partire dalla velocità iniziale di 90 km/h (60 mph) si ha un incremento di 20 km/h (12.43 mph), estrapolando i dati della tabella sotto riportata, si può stimare un incremento del 62% del numero di incidenti e del 111.87% del numero di incidenti mortali.

Table F-19. Accident Modification Factors

Injury Accidents $\bar{V}_1 - \bar{V}_0$ [mph]	\bar{V}_0 [mph]						Fatal Accidents $\bar{V}_1 - \bar{V}_0$ [mph]	\bar{V}_0 [mph]					
	30	40	50	60	70	80		30	40	50	60	70	80
-5	0.57	0.66	0.71	0.75	0.78	0.81	-5	0.22	0.36	0.48	0.58	0.67	0.75
-4	0.64	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	-4	0.36	0.48	0.58	0.66	0.73	0.80
-3	0.73	0.79	0.83	0.85	0.87	0.88	-3	0.51	0.61	0.68	0.74	0.80	0.85
-2	0.81	0.86	0.88	0.90	0.91	0.92	-2	0.66	0.73	0.79	0.83	0.86	0.90
-1	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	-1	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.95
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.10	1.07	1.06	1.05	1.04	1.04	1	1.18	1.14	1.11	1.09	1.07	1.05
2	1.20	1.15	1.12	1.10	1.09	1.08	2	1.38	1.28	1.22	1.18	1.14	1.10
3	1.31	1.22	1.18	1.15	1.13	1.12	3	1.59	1.43	1.34	1.27	1.21	1.16
4	1.43	1.30	1.24	1.20	1.18	1.16	4	1.81	1.59	1.46	1.36	1.28	1.21
5	1.54	1.38	1.30	1.26	1.22	1.20	5	2.04	1.75	1.58	1.46	1.36	1.27

Tabella 15 – Stima incremento incidentalità in funzione della velocità e della relativa velocità (fonte allegato F al report 617 Accident Modification Factors for Traffic Engineering and ITS Improvements del NCHRP, TRB 2008)

In ultimo, per definire compiutamente lo scenario di progetto è necessario conoscere il TGM e il suo relativo tasso di crescita annuale. Dallo studio di traffico (tabella 16 pag. 54) si evince che nell'anno dell'ipotetica apertura dell'infrastruttura, il 2025, il TGM bidirezionale nel tratto compreso tra i due svincoli di inizio e fine lotto risulta essere pari a 26600 veic/g, e il tasso di crescita annuo è immutato rispetto a quello dello scenario di non intervento e pari all'1%.

La stima del numero di incidenti attesi nello scenario di progetto è ottenuta moltiplicando il valore dello scenario di non intervento per il coefficiente di riduzione medio degli incidenti stimato tramite gli AMF (-70.98 %), per l'incremento di incidentalità atteso in base all'aumento di velocità (+62% per incidenti e feriti, +111.87% per i morti) e per l'incremento del TGM:

$$Inc. atteso = Valore medio oss. 5 anni \times (1 + AMF) \times (1 + Inc. Vel.) \times \left(\frac{TGM_i}{TGM_0}\right)$$

	Incidenti	Morti	Feriti	TGM
Media 2014-2018	3,4	0,2	7	22214
AMF	-70.98%	-70.98%	-70.98%	
Incremento velocità	62.00%	111.87%	62.00%	
Intervento 2025	1.91	0.15	3.94	26600
Intervento 2039	2.20	0.17	4.53	30576

Tabella 16 – Stima incidentalità scenario di progetto

La riqualificazione dell'infrastruttura si configura, dunque, oltre che come intervento finalizzato alla riduzione della congestione e dei tempi di ritardo, anche come strumento di messa in sicurezza. A giustificazione di tale affermazione occorre però disporre di strumenti analitici in grado di quantificare la riduzione di incidentalità determinata dagli interventi adottati.

Gli indicatori d'incidentalità utilizzati riferiti ad un periodo annuale sono:

- il numero di incidenti attesi, in particolare riferito per km di strada;
- il tasso di incidentalità, che considera il numero di incidenti per milione di chilometri percorsi, (tale indice è più completo per valutare l'intrinseca sicurezza dell'infrastruttura, in quanto la depura dal flusso veicolare che vi transita).

Dal punto di vista metodologico si è fatto riferimento, per stimare la riduzione di incidentalità, alla procedura "Before – After" che confronta un valore attendibile di incidenti all'anno nell'ipotesi che non venga realizzato l'intervento di messa in sicurezza (scenario Before) con quello previsto nella configurazione di progetto (scenario "After").

Il grado di sicurezza dell'intervento è espresso dai seguenti due indici:

- Indice di sicurezza:

$$\phi = \frac{A}{B}$$

- Percentuale di riduzione:

$$PR = 100 \times (1 - \phi)$$

Indice di sicurezza			Percentuale di riduzione		
Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti	Morti	Feriti
0.53	0.69	0.53	47.49	31.33	47.49

Tabella 17– Stima indice di sicurezza e percentuale di riduzione

I valori considerati non tengono però conto dell'esposizione al rischio, per tener conto di ciò, è stato stimato anche il Tasso di Incidentalità, dato dal numero di incidenti che si verificano ogni milione di chilometri percorsi.

$$TI = \frac{f_j \cdot 10^6}{365,25 \cdot n \cdot L_j \cdot Q_j}$$

Dove:

TI= tasso incidentale del sito j-esimo (incidenti/ milione di veicoli per chilometro)

f_j= frequenza incidentale del sito j-esimo (incidenti/anno)

n= numero di anni del periodo di analisi

L_j= lunghezza del tronco j-esimo (km)

Q_j= TGM_A del sito j-esimo (veicoli/giorno)

	Non intervento			Progetto			Variaz. TI
	TGM	Incidenti	TI [%]	TGM	Incidenti	TI [%]	
2014-2018	22214	3,4	6,65				
2025	23817	3,64	6,64	26600	1.91	3,12	-53%
2039	27377	4,19	6,65	30576	2.20	3,13	-53%

Tabella 18 – Stima tasso di incidentalità

Le stime evidenziano una riduzione del 53 % del tasso di incidentalità.

4.4 Conclusioni

Dall'elaborazione dei dati del capitolo precedente si è potuto dimostrare che lo scenario di intervento genera una forte diminuzione dei parametri di incidentalità.

Tale impatto è da attribuirsi, in particolare, ai seguenti interventi che aumentano le caratteristiche di sicurezza dell'infrastruttura:

- Miglioramento caratteristiche piano – altimetriche
- Adozione di valori di sopraelevazioni corrette
- Realizzazione spartitraffico, raddoppio delle corsie

- Adeguamento margini laterali e barriere di sicurezza
- Incremento larghezza banchine e allargamenti per visibilità

Inoltre, l'incremento della velocità di percorrenza dell'infrastruttura e il conseguente aumento dell'incidentalità stimato, non è tale da compromettere il forte beneficio indotto dai miglioramenti sopracitati. In particolare, il tasso di incidentalità passerebbe dal 6.64 dello scenario di non intervento al 3.12 nello scenario di intervento, mentre le seguenti tabelle riassumono e confrontano i valori assoluti legati agli eventi incidentali e al relativo numero di feriti e deceduti.

	Non Intervento				Progetto			
	Incidenti	Morti	Feriti	TGM	Incidenti	Morti	Feriti	TGM
Media 2014-2018	3.4	0,2	7	22214				
2025	3,64	0,21	7,50	23817	1.91	0.15	3.94	26600
2039	4,19	0,25	8,63	24482	2.20	0.17	4.53	30576

Tabella 19 - Stima incidenti, morti e feriti negli scenari di non intervento e intervento

	Indice di sicurezza			Percentuale di riduzione		
	Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti	Morti	Feriti
2025-2039	0,59	0,78	0,59	40,65%	22,39%	40,65%

Tabella 20 - Stima indice di sicurezza e percentuale di riduzione

Anche in questo caso si evidenzia un significativo decremento degli indici di sicurezza legati al numero di incidenti, morti e feriti, rispettivamente pari a -40,65%, -22,39%, -40,65%.

In conclusione, in virtù dell'impostazione progettuale scelta, che ha deciso di prevedere il riutilizzo della strada esistente come sede di una delle due carreggiate della nuova strada e affiancare ad essa la nuova carreggiata, ha portato l'intervento ad inquadrarsi come "adeguamento di strada esistente", per il quale la norma cogente di riferimento è il DM 22/04/2004. In ottemperanza, poi, all'art. 4 di tale norma e coerentemente con quanto illustrato nel presente capitolo, si è potuto dimostrare che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza, e, pertanto, fermo restando la necessità di garantire la continuità di esercizio della infrastruttura, lasciando in capo al progettista l'opportunità, sotto adeguate condizioni, di discostarsi dal dettato del corpo normativo valido per strade di nuova costruzione costituito dal DM 5/11/2001, che nel caso in esame, è pertanto da considerarsi quale norma di riferimento non cogente.

5 PROGETTO STRADALE

5.1 Criteri progettuali asse principale

5.1.1 Tracciato planimetrico

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

a) *Lunghezza massima dei rettifili:*

$$L_{max} = 22 \cdot V_{pmax}$$

dove V è il valore massimo della velocità di progetto, espresso in km/h ed L si ottiene in metri.

b) *Lunghezza minima dei rettifili.*

Un rettifilo deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella; per velocità di progetto si intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

V_p [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
L_{min} [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Tabella 21 – Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

c) *Raggio minimo delle curve planimetriche.*

Le curve circolari devono avere un raggio superiore al raggio minimo previsto dalla Norma, che nel caso specifico risulta pari a 178 m per la strada principale e 45 m per l'eventuale strada di servizio, così come riportato nella seguente tabella:

STRADA TIPO	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	V_p min [km/h]	q max	f_t max	Raggio minimo [m]
A1	extraurbano	Strada principale	90	0,07	0,118	339
		Strada di servizio (eventuale)	40	0,07	0,210	45
	urbano	Strada principale	80	0,07	0,130	252
		Strada di servizio (eventuale)	40	0,035	0,210	51
A2	extraurbano	Strada principale	70	0,07	0,147	178
		Strada di servizio (eventuale)	40	0,07	0,210	45
B	extraurbano	Strada principale	70	0,07	0,147	178
		Strada di servizio (eventuale)	40	0,07	0,210	45
C	extraurbano		60	0,07	0,170	118
D	urbano	Strada principale	50	0,05	0,205	77
		Strada di servizio (eventuale)	25	0,035	0,220	19
E	urbano		40	0,035	0,210	51
F	extraurbano		40	0,07	0,210	45
	urbano		25	0,035	0,220	19

Tabella 22 – Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità di progetto minima

d) *Relazione raggio della curva (R) e lunghezza del rettifilo (L) ad essa collegato:*

$$\text{per } L < 300m \quad R \geq L$$

$$\text{per } L \geq 300m \quad R \geq 400m$$

e) *Compatibilità tra i raggi di due curve successive.*

I rapporti tra i raggi R1 e R2 di due curve circolari che, con l'inserimento di un elemento a curvatura variabile, si succedono lungo il tracciato di strade di tipo A, B, C, D e F extraurbane, sono regolati

dall'abaco riportato nella figura seguente (Abaco di Koppel). In particolare, per le strade di tipo A e B detto rapporto deve collocarsi nella "zona buona"; per le strade degli altri tipi è utilizzabile pure la "zona accettabile".

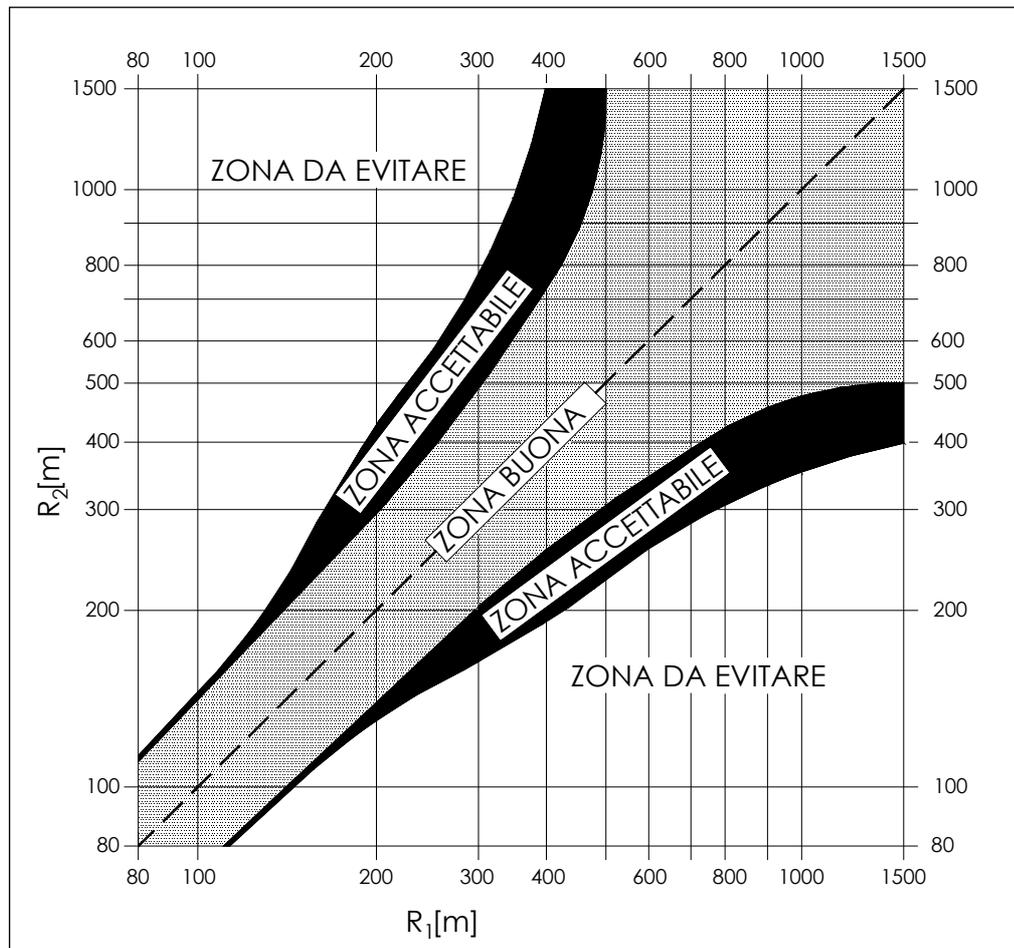


Figura 29 - Abaco di Koppel

f) *Congruenza del diagramma delle velocità.*

La Norma prevede che per $V_{p,max} \geq 100$ km/h nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h. Inoltre, fra due curve successive tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h.

Per gli altri tipi di strade ($V_{p,max} < 80$ km/h) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità non deve superare 5 km/h. Inoltre, fra due curve successive tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 10 km/h.

g) *Lunghezza minima delle curve circolari.*

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti, deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min} = 2.5 \cdot v_P$$

con v_P in m/s ed $L_{c,min}$ in m.

h) *Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)*

Criterio 1 (Limitazione del contraccollo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccollo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccollo;
- v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- q_i = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- q_f = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$ si ottiene:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{\min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

criterio 2 (Sovra-pendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i |q_i + q_f|}$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- Δi_{max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

• $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale

• $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$ con i_{cf} = pendenza trasversale finale

- |q_i + q_f| è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i \cdot (|q_f| - |q_i|)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \cdot \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

Criterio 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione:

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove R_1 è il raggio minore ed R_2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto A_E/A_U delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto A_1/A_2 tra due clotoidi nel caso di un flesso asimmetrico:

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

i) Pendenze trasversali

La pendenza trasversale della strada (perpendicolarmente al suo asse) deve rispettare le seguenti prescrizioni della normativa vigente:

in rettilineo la piattaforma deve assumere una configurazione "a capanna" rispetto all'asse con ciascuna "falda" caratterizzata da una pendenza trasversale $q=2,5\%$ verso l'esterno della carreggiata; nei tratti a curvatura costante la pendenza trasversale deve essere tale da inclinare la piattaforma in modo da compensare l'accelerazione centrifuga del veicolo mentendosi sempre inferiore al valore massimo riportato nella tabella 2 per ciascun tipo di strada (pari al 7% per tipologia C), e assumendo un valore tale per cui venga soddisfatta la seguente equazione:

$$\frac{V_p^2}{R \cdot 127} = q + f_t$$

dove:

V_p = velocità di percorrenza della curva in km/h

R = raggio della curva in m

q = pendenza trasversale della piattaforma (in %)

f_t = quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente ricavato per interpolazione dalla seguente tabella riportata sul DM

Velocità km/h	25	40	60	80	100	120	140
aderenza trasv. max imp. $f_{t \max}$ per strade tipo A, B, C, F extra urbane, e relative strade di servizio	-	0,21	0,17	0,13	0,11	0,10	0,09
aderenza trasv. max imp. $f_{t \max}$ per strade tipo D, E, F urbane, e relative strade di servizio	0,22	0,21	0,20	0,16	-	-	-

Tabella 23 - quota parte del coefficiente di aderenza impiegabile trasversalmente

Nei tratti a curvatura variabile avviene la rotazione dei cigli che deve essere tale da non dare origine a valori di sovra pendenza longitudinale (Δi) esterni ai valori minimi e massimi determinabili (in %) tramite le seguenti espressioni

$$\Delta i_{max} \cong 18 \cdot \frac{B_i}{V}$$

$$\Delta i_{min} = 0,1 \cdot B_i$$

dove:

V = velocità di progetto in km/h

B_i = distanza (in m) fra l'asse di rotazione e l'estremità della carreggiata all'inizio della curva a raggio variabile

j) Allargamento della carreggiata in curva

Allo scopo di consentire la sicura iscrizione in curva dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, conservando i necessari franchi tra le sagome limite dei veicoli ed i margini delle corsie, la normativa prevede che ciascuna corsia, nei tratti curvilinei, debba essere allargata di una quantità E, data dalla relazione:

$$E = \frac{K}{R}$$

dove:

K = 45

R = raggio esterno (in m) delle corsie

Per raggi maggiori di 40 m e nel caso di strade ad unica carreggiata e a due corsie, come quello in questione, la normativa consente di adottare il valore del raggio riferendosi all'asse della carreggiata.

Se tuttavia l'allargamento E risulta inferiore a 20 cm la corsia conserva la larghezza presente in rettilineo.

5.1.2 Profilo longitudinale

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

a) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita per strade di tipo B (strade extra-urbane principali), è pari al 6%, come evidenziato in tabella.

TIPO DI STRADA		AMBITO URBANO	AMBITO EXTRAURBANO
AUTOSTRADA	A	6%	5%
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	-	6%
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	-	7%
URBANA DISCORRIMENTO	D	6%	-
URBANA DI QUARTIERE	E	8%	-
LOCALE	F	10%	10%

Tabella 24 – Pendenze massime adottabili in relazione ai diversi tipi di strada

b) *Raccordi verticali convessi*

In base a quanto indicato dalla Norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

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

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]

Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

h₁ = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

h₂ = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma h₁ = 1.10 m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone h₂ = 0.10 m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone h₂ = 1.10 m.

c) *Raccordi verticali concavi*

In base a quanto indicato dalla Norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]

Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale

ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo

Si pone di norma $h = 0.5$ m e $\vartheta = 1^\circ$.

La distanza di visibilità per il sorpasso è stata calcolata analogamente a quanto descritto per la verifica dei raccordi verticali convessi.

d) *Perdita di tracciato*

Nel caso in cui un raccordo concavo sia preceduto da un raccordo convesso e che quest'ultimo mascheri, nel quadro prospettico dell'utente, parte del tracciato, quest'ultimo, al fine di non disorientare l'utente, deve ricomparire ad una distanza superiore rispetto ai valori minimi espressi dalla normativa in funzione della velocità di progetto e riassunti nella seguente tabella.

Velocità [km/h]	25	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Distanza di ricomparsa [m]	150	180	220	280	350	420	500	560	640	720	800	860

Tabella 25 – Distanza di ricomparsa in funzione della velocità di progetto

Il procedimento grafico da seguirsi per la verifica di tale prescrizione è schematizzato nella seguente illustrazione.

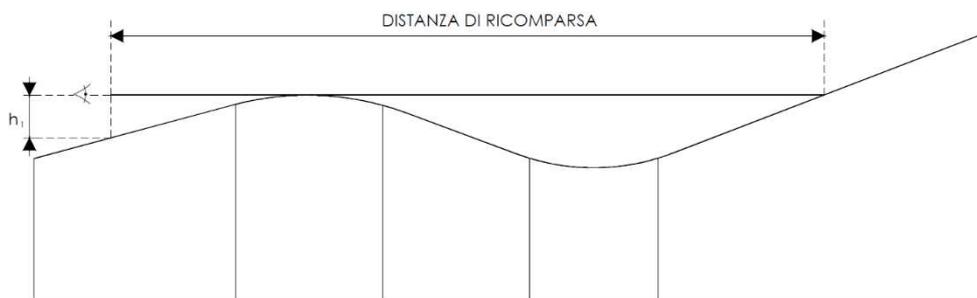


Figura 30 – Schematizzazione calcolo della distanza di ricomparsa; $h_1=1,10$ m

e) *Coordinamento plano-altimetrico*

In base a quanto indicato dal punto 5.5 "Coordinamento plano-altimetrico" del D.M. 05/11/2001, occorre coordinare opportunamente l'andamento planimetrico dell'asse con l'andamento altimetrico del profilo longitudinale al fine di garantire una percezione chiara delle caratteristiche del tracciato stradale ed evitare brusche variazioni delle linee che lo definiscono nel quadro prospettico.

Nello specifico la Normativa di riferimento indica di:

- Evitare che il punto di inizio di una curva planimetrica coincida o sia prossimo con la sommità di un raccordo verticale convesso;
- Evitare che un raccordo planimetrico inizi immediatamente dopo un raccordo concavo (un miglioramento della qualità ottica si ottiene imponendo che il rapporto fra raggio verticale R_v ed il raggio della curva planimetrica R sia ≥ 6);
- Evitare l'inserimento di raccordi verticali concavi di piccolo sviluppo all'interno di curve planimetriche di grande sviluppo (per correggere il difetto occorre aumentare il più possibile il rapporto R_v/R in modo che gli sviluppi dei due raccordi coincidano);
- Evitare il posizionamento di un raccordo concavo immediatamente dopo la fine di una curva planimetrica;

- Evitare che il vertice di un raccordo concavo coincida o sia prossimo ad un punto di flesso della linea planimetrica.

In accordo con la normativa è stato quindi verificato che nel caso di sovrapposizioni tra curve altimetriche e curve planimetriche non insorgano anomalie prospettiche nella percezione visiva del nastro stradale.

Dall'analisi combinata del profilo longitudinale e dell'andamento planimetrico dei due assi principali sono emerse alcune limitate situazioni non perfettamente rispondenti ai criteri precedentemente descritti.

Nelle tabelle seguenti sono sintetizzate le situazioni di non conformità riscontrate.

Carreggiata Grosseto – Fano

VERTICE	TIPO DI RACCORDO	PROGRESSIVA VERTICE	PROGRESSIVA CURVA/FLESSO (INIZIO FINE CLOTOIDE)	OSSERVAZIONI
V3	Concavo	0+704.17	0+623.54 – 0+886.84	Il vertice del raccordo concavo si trova in prossimità di un punto di flesso
V5	Convesso	1+497.35	1+483.76 – 1+887.08	Il punto di inizio della curva planimetrica è prossimo con la sommità del raccordo verticale convesso
V6	Concavo	2+534.22	1+483.76 – 1+887.08	Il raccordo concavo inizia dopo il raccordo planimetrico

Carreggiata Fano – Grosseto

VERTICE	TIPO DI RACCORDO	PROGRESSIVA VERTICE	PROGRESSIVA CURVA (INIZIO FINE CLOTOIDE)	OSSERVAZIONI
V3	Concavo	0+678.25	0+766.02 – 1+414.38	Il raccordo concavo inizia dopo il raccordo planimetrico
V4	Convesso	1+021.57	0+766.02 – 1+414.38	Il punto di inizio della curva planimetrica è prossimo con la sommità del raccordo verticale convesso
V6	Concavo	2+550.12	3+173.98 – 3+711.50	Il raccordo concavo inizia dopo il raccordo planimetrico

Il D.M. 5/11/2001 al paragrafo 5.5 stabilisce anche che, al fine di garantire una percezione chiara delle caratteristiche del tracciato stradale ed evitare variazioni brusche delle linee che lo definiscono nel quadro prospettico, un valido strumento di supporto e controllo nell'ambito della progettazione è rappresentato dalla visione prospettica del tracciato. In tal senso sono state condotte opportune simulazioni tridimensionali in grado di restituire a visione prospettica del tracciato da parte dell'utenza che lo percorre, ed attraverso le quali è stato possibile evidenziare che non sussistono problematiche sostanziali di perdita di tracciato o di false percezioni dell'andamento dell'asse.

Nelle figure seguenti sono riportati alcuni fotogrammi tratti dalle simulazioni tridimensionali eseguite.

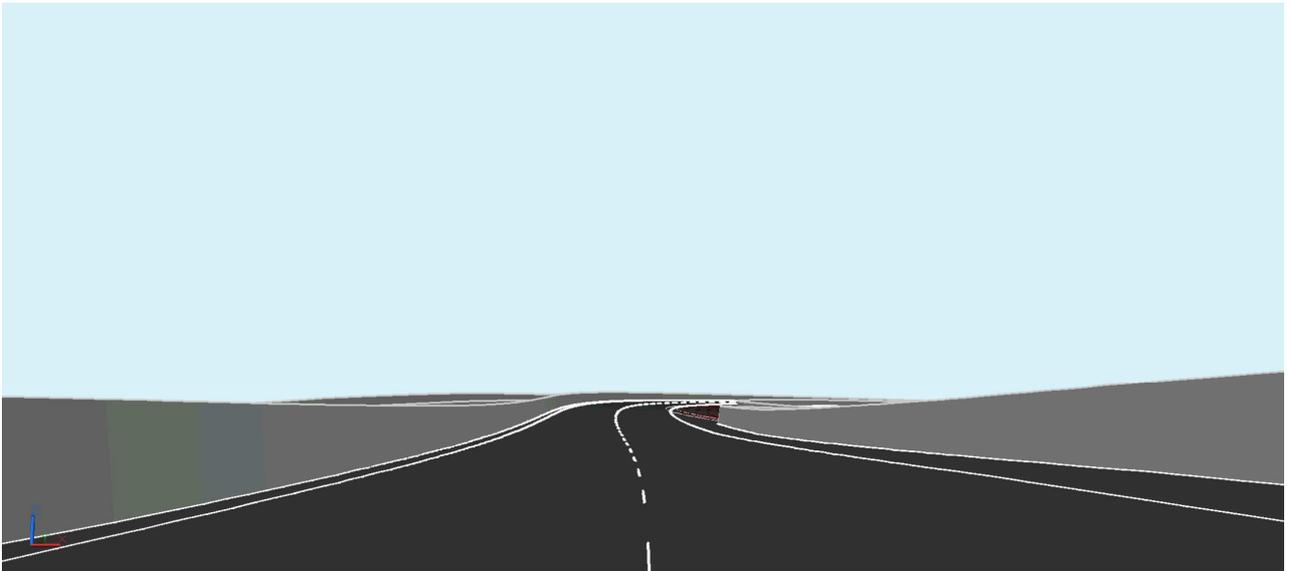


Figura 31 – Visione prospettica curva del flesso planimetrico presso nell'area dello svincolo Cerchiaia (Carr. GR-FA)

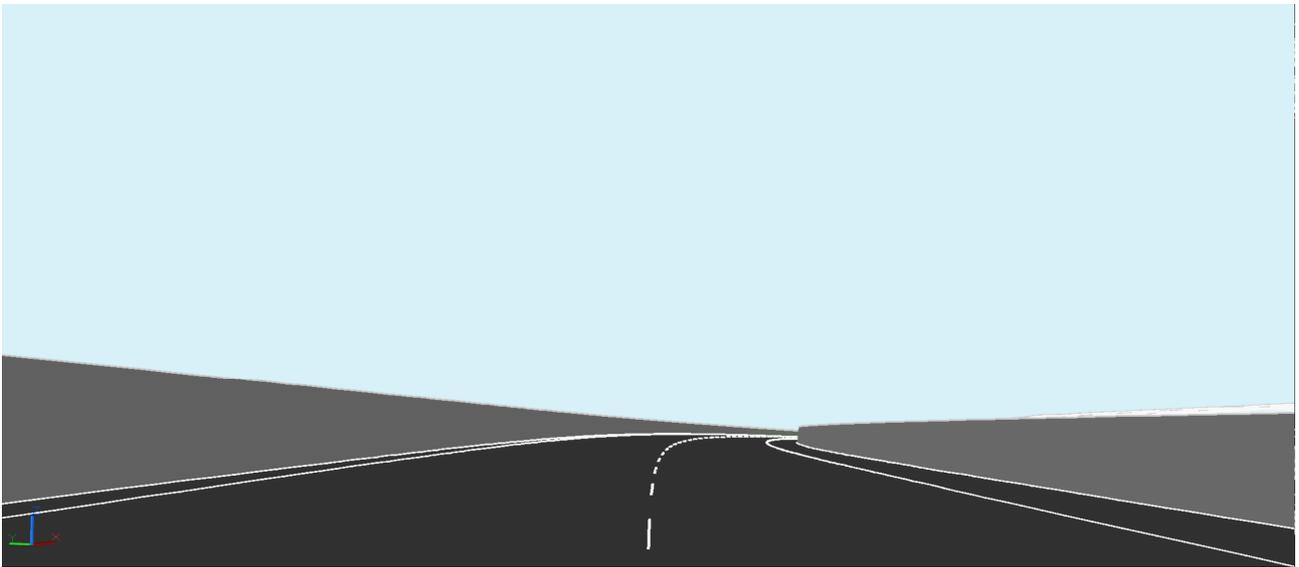


Figura 32 – Visione prospettica in ingresso alla curva planimetrica 8 (Carr. GR-FA)

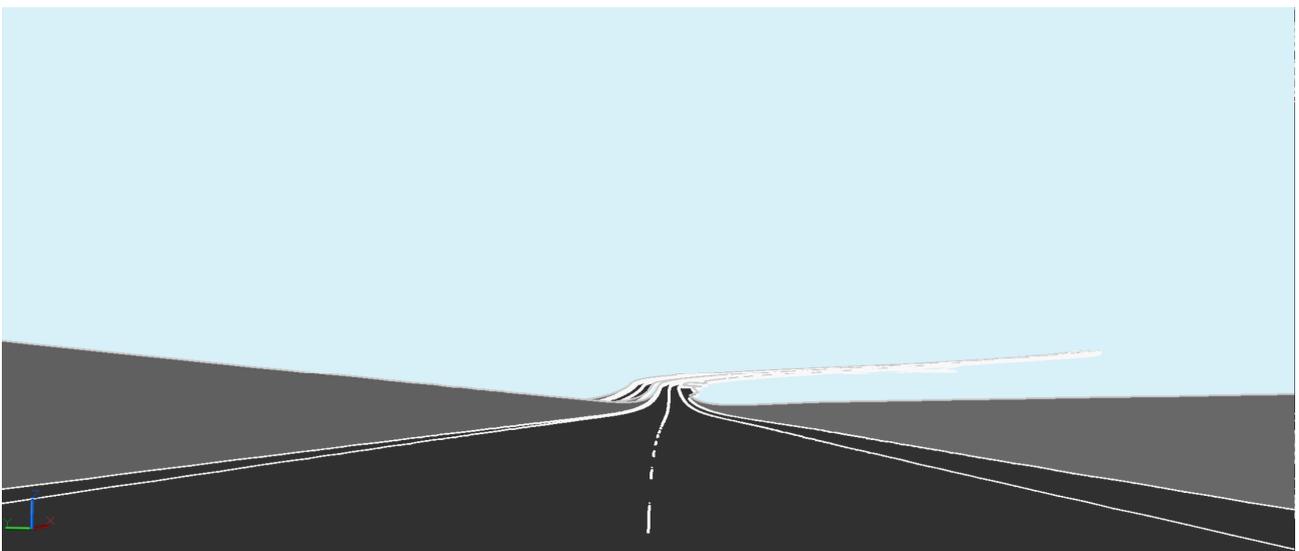


Figura 33 – Visione prospettica in uscita alla curva planimetrica 10 (Carr. GR-FA)

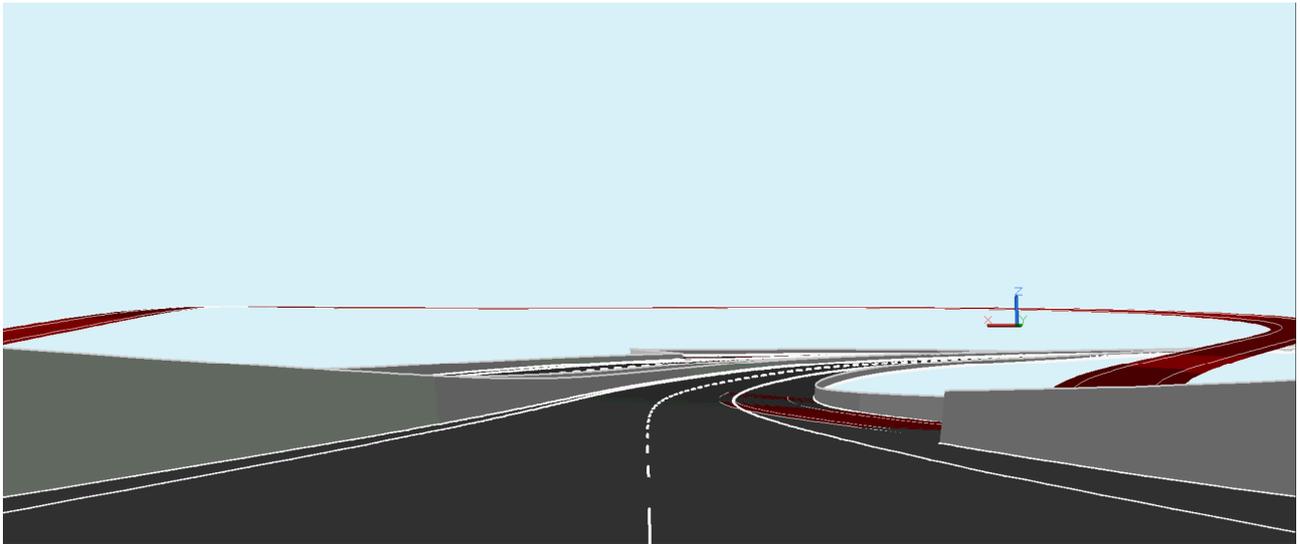


Figura 34 – Visione prospettica in uscita curva planimetrica 6 (Carr. FA-GR)

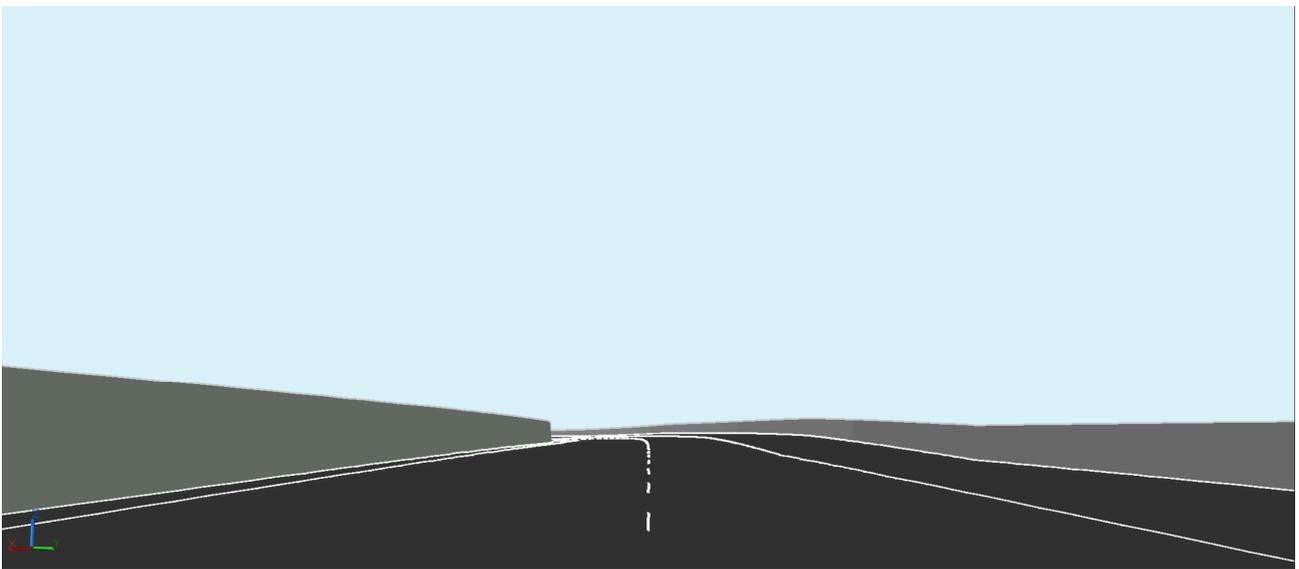


Figura 35 – Visione prospettica in ingresso alla curva planimetrica 6 (Carr. FA-GR)

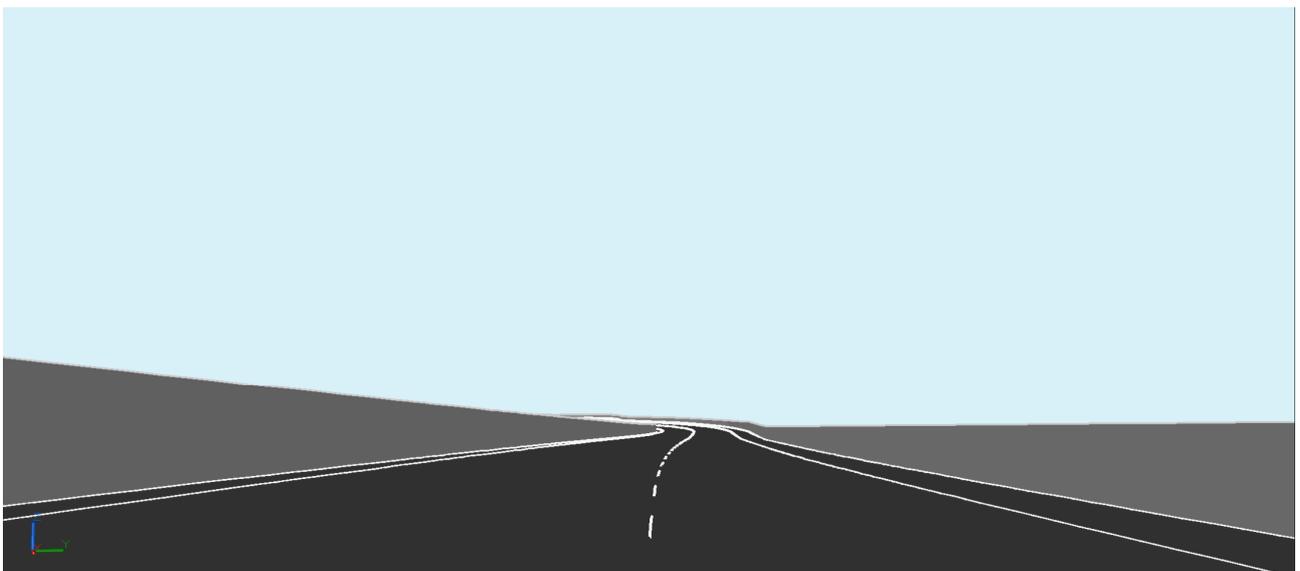


Figura 36 – Visione prospettica in uscita alla curva planimetrica 12 (Carr. FA-GR)

Come anticipato, lungo tutto il tracciato e in particolare nei tratti illustrati, dall'esame delle simulazioni tridimensionali condotte non si riscontrano difetti piano altimetrici significativi tali da non assicurare una chiara percezione delle caratteristiche del tracciato. In particolare, anche la condizione, teoricamente, più critica, ovvero quella illustrata nella figura 35 in cui una curva planimetrica si innesta a partire dalla sommità di un raccordo concavo seguito da una livelletta piuttosto acclive, dalle simulazioni emerge che la curva risulta già chiaramente visibile già all'inizio del tratto di rettilo che la precede, dando all'utente il tempo necessario a prepararsi alla svolta in sicurezza e comfort.

5.1.3 Diagrammi di velocità e visibilità

La normativa di riferimento prevede che la verifica della corretta progettazione comporti la redazione di un diagramma delle velocità nonché la garanzia della presenza di opportune distanze di visuale libera calcolate sulla base delle informazioni piano-altimetriche del tracciato e del suddetto diagramma delle velocità.

a) Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è uno degli strumenti fondamentali indicati dalla normativa per stabilire i criteri di dimensionamento di un'infrastruttura stradale ed è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale.

Esso viene costruito sulla base delle indicazioni fornite dalla normativa sulla base di alcune assunzioni:

- l'utente, nei tratti di tracciato a curvatura costante, mantiene una velocità costante e pari alla velocità di progetto della curva stessa;
- l'utente tende a variare la propria velocità all'interno dei tratti in rettilo e a curvatura costante, durante i quali decelera per portarsi alla velocità di percorrenza di una curva in prossimità della curva stessa o accelera fino a raggiungere la velocità massima di progetto del tratto percorso quando non deve svolgere la precedente manovra;
- i valori di accelerazione e della decelerazione sono assunti uguali e pari a $0,8 \text{ m/s}^2$;
- le pendenze longitudinali non influenzano la velocità in questo tipo di analisi

Il diagramma delle velocità viene quindi costruito tenendo conto che la distanza necessaria (in metri) per passare da una velocità V_1 a una velocità V_2 è ricavabile mediante la seguente espressione

$$D_T = \frac{\Delta V \cdot V_m}{12,96 \cdot a}$$

dove:

ΔV =differenza di velocità (V_1-V_2) in km/h

V_m =velocità media tra V_1 e V_2 in km/h

a = accelerazione o decelerazione ($=\pm 0,8 \text{ m/s}^2$)

Tale distanza deve risultare inferiore sia alla distanza di visuale libera che alla distanza di riconoscimento D_r . Quest'ultima è la lunghezza massima del tratto di strada entro il quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti ed è ricavata (in metri) tramite la seguente formula.

$$D_r = t \cdot v_p$$

dove:

$t=12\text{s}$

v_p =velocità di percorrenza dell'elemento di raggio maggiore in m/s

Le informazioni ricavate dalla costruzione di tale diagramma sono utilizzate per la determinazione dei parametri necessari all'adempimento delle verifiche piano altimetriche e deve, inoltre, essere verificato che per strada con velocità di progetto massima maggiore o uguale a 100 km/h (come la strada in esame) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p_{max}}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non superi i 10 km/h e che fra due curve successive tale differenza non superi i 20 km/h.

b) Analisi di visibilità

Per distanza di visuale libera (D_v) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, con la Distanza di visibilità per l'arresto (D_a), che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. La distanza di visuale libera deve risultare sempre maggiore della distanza di arresto.

La verifica di visibilità per l'arresto è soddisfatta se le distanze di visibilità per l'arresto (determinate lungo l'intero sviluppo del tracciato, percorrendo entrambe le corsie di marcia, adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0.10 m e collocando i punti di vista e di mira al centro della corsia) sono minori delle distanze di visuale libera calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato e del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale).

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del D.M. 5/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 1 metro) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

Ra = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Il valore di aderenza adottato nel calcolo è quello proposto dal D.M. 5/11/2001 (vedi Tabella 26), riferito a condizioni di strada bagnata.

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140	160
f_l Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34	0.32
f_l Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-	-

Tabella 26 – coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione dell'attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Il D.M. 5/11/2001 definisce un abaco di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante (si veda la figura seguente).
 Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.

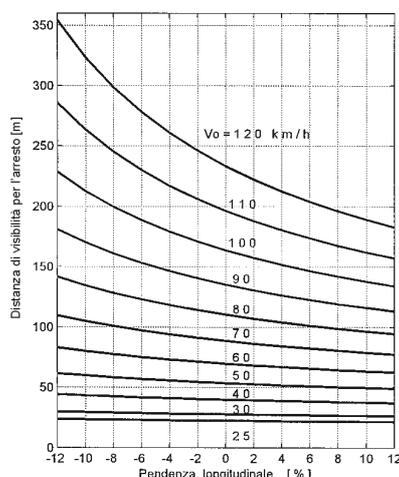


Figura 37 - Abaco pendenza longitudinale-distanza di visibilità per arresto

Inoltre, in corrispondenza dei punti singolari (e quindi, per il progetto in esame, dei tratti di deviazione) occorre assicurare la distanza di visibilità per la manovra di cambio corsia, il cui valore numerico è ricavabile mediante la seguente espressione riportata dalla normativa:

$$D_s = 2,6 \cdot V$$

dove V è la velocità (in km/h) di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità.

5.2 Caratteristiche progettuali degli assi principali

Per quanto riguarda la caratterizzazione plano-altimetrica dell'asse principale di progetto, si è ritenuto opportuno studiare individualmente ciascuna carreggiata, caratterizzando ognuna di esse mediante un proprio asse indipendente, entrambi con progressive crescenti da Est verso Ovest. Tale approccio ha permesso di attuare un processo di ottimizzazione per gli aspetti attinenti al rispetto della normativa vigente, ai movimenti materia e alla scelta degli elementi marginali della strada.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche plano-altimetriche di ciascun asse.

5.2.1 Caratteristiche planimetriche

5.2.1.1 Fano – Grosseto

Il tracciato studiato in direzione Grosseto possiede uno sviluppo totale di circa 5766 m ed inizia in corrispondenza della progressiva Km 67+800 della S.S.223 e si attesta a fine tracciato in corrispondenza della progressiva Km 03+300 della S.S. 73.

Realizzata come adeguamento dell'esistente, la nuova infrastruttura si sviluppa inizialmente lungo una cloioide di transizione (parametro $A = 375$) in uscita da una curva circolare di raggio 700 m (Curva n°1 – esterna ai limiti di intervento), per poi continuare con un rettilineo lungo 134,911 m cui segue una curva sinistrorsa (Curva n°2) con arco di raggio 650 m e clotoidi di transizione in ingresso e uscita con parametri, rispettivamente $A = 133,85$ e $A = 112,154$, che adduce ad un flesso planimetrico del tracciato stradale realizzato, dopo un breve rettilineo di flesso ($L=2,757$ m), mediante a curva destrorsa di raggio 440 m e sviluppo di 388,569 m (Curva n°3), con clotoidi di ingresso ed uscita, rispettivamente con valore $A=233$ e $A= 245$

All'interno di questo tratto in curva si sviluppa quasi interamente lo svincolo di Cerchiaia, compressivo di tratti lungo il viadotto Tressa di $L=237$ m (carreggiata Ovest) e nell'esistente galleria

artificiale San Lazzaro di $L = 60$ m.

In uscita dalla zona di svincolo il tracciato prosegue in rettilineo per i successivi 71,269 m per poi modificarsi in una curva destrorsa a raggio 1075 m (Curva n°4), sulla cui clotoide di uscita si sviluppa il viadotto Luglie per 120 m, cui segue un lungo rettilineo di 714,387 m, che si sviluppa interamente sul viadotto Valli, di lunghezza $L = 108$, che precede una nuova curva destrorsa (Curva n° 5) di raggio di 596 m, lungo la cui clotoide di uscita avente parametro $A = 330$ si sviluppa per intero il viadotto Casone, di $L = 254$ m e un nuovo rettilineo di 56,109 m.

Seguono quindi una nuova curva sinistrorsa (Curva n° 6) con $R = 985$ m e sviluppo 272,550 m, un nuovo rettilineo di 280,560 m, al cui interno si prevede la realizzazione del raddoppio della "Galleria Bucciano".

Segue un nuovo flesso planimetrico, anche in questo caso in corrispondenza dello svincolo di Ruffolo, che inizia con una curva sinistrorsa con di raggio $R=545$ m (Curva n°7) dello sviluppo complessivo di 286,874 m, con clotoidi di transizione in ingresso e in uscita aventi entrambe parametro $A=264$, proseguendo con un brevissimo rettilineo ($L=0,609$ m) e completando il flesso mediante a curva destrorsa (Curva n° 8) di raggio 365 m e sviluppo 116,642 m, con clotoidi di ingresso ed uscita simmetriche e valore $A=210$.

Il tracciato, quindi, termina con un ultimo sistema rettilineo – curva – rettilineo, dove il primo tratto rettilineo si sviluppa per 31,899 m, cui segue l'ultima curva destrorsa (Curva n° 9) di raggio $R = 280$ m e clotoidi aventi parametro $A = 109,375$, per terminare con l'ultimo tratto in rettilineo esterno al limite di intervento.

Complessivamente il tracciato Fano-Grosseto (tracciato Ovest) comprende 10 tratti in rettilineo e 9 in curva, di cui 6 destrorse e 3 sinistrorse, con valori di raggio elevati variabili da un minimo di $R = 260$ m a un massimo di $R = 1075$ m che pertanto ricadono, per due elementi successivi, all'interno della zona "buona" dell'abaco di Koppel in pieno adempimento delle prescrizioni del D.M.

Per agevolare la lettura si riportano, nella seguente tabella riassuntiva, i valori dei parametri caratteristici del tracciato appena descritto (le celle in grigio rappresentano tratti dell'asse stradale studiato interamente o parzialmente al di fuori del limite di intervento).

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	RETTIFILO	-698,980	-490,584	208,396	-	-
	CLOTOIDE	-490,584	-295,013	195,571	370	-
2	ARCO	-295,013	-60,261	234,751	-	700
	CLOTOIDE	-60,261	140,631	200,893	375	-
3	RETTIFILO	140,631	275,543	134,912	-	-
	CLOTOIDE	275,543	409,428	133,885	295	-
4	ARCO	409,428	651,099	241,671	-	650
	CLOTOIDE	651,099	763,253	112,154	270	-
5	RETTIFILO	763,253	766,010	2,757	-	-
	CLOTOIDE	766,010	889,394	123,384	233	-
6	ARCO	889,394	1277,963	388,569	-	440
	CLOTOIDE	1277,963	1414,383	136,420	245	-
7	RETTIFILO	1414,383	1485,652	71,269	-	-
	CLOTOIDE	1485,652	1606,210	120,558	360	-
8	ARCO	1606,210	1746,084	139,874	-	1075
	CLOTOIDE	1746,084	1866,642	120,558	360	-
9	RETTIFILO	1866,642	2581,029	714,387	-	-
	CLOTOIDE	2581,029	2735,071	154,042	303	-
10	ARCO	2735,071	2935,158	200,087	-	596
	CLOTOIDE	2935,158	3117,876	182,718	330	-

11	RETTIFILO	3117,876	3173,986	56,109	-	-
	CLOTOIDE	3173,986	3328,402	154,416	390	-
12	ARCO	3328,402	3600,951	272,550	-	985
	CLOTOIDE	3600,951	3711,510	110,558	330	-
13	RETTIFILO	3711,510	3962,530	251,020	-	-
	CLOTOIDE	3962,530	4092,738	130,208	250	-
14	ARCO	4092,738	4295,417	202,679	-	480
	CLOTOIDE	4295,417	4425,625	130,208	250	-
15	RETTIFILO	4425,625	4440,414	14,789	-	-
	CLOTOIDE	4440,414	4562,023	121,610	226	-
16	ARCO	4562,023	4701,302	139,279	-	420
	CLOTOIDE	4701,302	4822,911	121,610	226	-
17	RETTIFILO	4822,911	4907,399	84,488	-	-
	CLOTOIDE	4907,399	5012,111	104,712	165	-
18	ARCO	5012,111	5141,834	129,724	-	260
	CLOTOIDE	5141,834	5201,930	60,096	125	-
19	RETTIFILO	5201,930	5766,866	564,936	-	-

Nella scelta dei tratti di transizione a curvatura variabili sono state adottate spirali generalizzate con parametro N unitario (clotoidi) e i relativi parametri caratteristici sono stati scelti in modo da rispettare le prescrizioni espresse dalla normativa.

I valori della lunghezza L di rettifili e i tratti a curvatura costante, nonché i raggi R delle curve e i parametri A delle clotoidi sono stati confrontati con i valori minimi e massimi calcolati secondo i criteri dettati dal D.M. risultando in ogni caso verificati, fatta eccezione per 3 rettifili che presentano una lunghezza inferiore al minimo.

I tabulati di riepilogo riportanti l'adempimento di tali verifiche, redatti dal software di progettazione vengono riportati in allegato al presente elaborato.

I valori delle pendenze trasversali relative a ciascun ciglio sono riportati all'interno di specifici elaborati (T00PS01TRADG03-04) comprendenti anche i diagrammi delle velocità e delle visibilità. I valori delle pendenze in curva e in rettilineo sono coerenti con quelli indicati in normativa.

In conclusione, l'andamento planimetrico del tracciato risulta pienamente rispettoso della normativa di riferimento (D.M. 05/11/2001) ad eccezione di alcune lievi divergenze relative alla lunghezza dei seguenti rettifili:

- *Rettilineo 3* (da p.k. 0+140,63 a p.k. 0+275,54 – L = 134,91 m < Lmin = 250 m): è un tratto rettilineo presente ad inizio tracciato, che ricalca l'assetto planimetrico del tracciato esistente e lungo il quale il tracciato sottopassa un cavalcavia di una strada locale. Esso è preceduto dalla Curva 1, esistente e fuori dal limite d'intervento, mentre è seguito da un flesso planimetrico nel quale si realizzerà lo svincolo Cerchiaia.
- *Rettilineo 7* (da p.k. 1+414,38 a p.k. 1+485,65 – L = 71,26 m < Lmin = 248,82 m): questo breve rettilineo insiste sul tracciato in uscita dalla Galleria San Lazzerio e poco prima della curva lungo la quale si sviluppa il viadotto Luglie.
- *Rettilineo 17* (da p.k. 4+822,91 a p.k. 4+907,39 – L = 84,48 m < Lmin = 157,82 m): il rettilineo in esame risulta essere compreso fra dei vincoli planimetrici complessi, infatti esso si colloca fra il flesso planimetrico dello svincolo di Ruffolo e l'intersezione con la linea ferroviaria Siena

– Buonconvento. Dati i vincoli evidenziati, nonché la presenza di diversi fabbricati, si è deciso di non alterare l'andamento del tracciato rispetto alla situazione esistente.

La scelta di adottare i suddetti elementi, la cui conformazione risulta obbligata dal complesso sistema di vincoli nel quale si inserisce l'asse di progetto, si mantiene coerente con i criteri di flessibilità indicati dal rapporto pre-normativo (in merito all'applicabilità di suddette indicazioni si rimanda a quanto trattato nel capitolo 2 e nelle conclusioni del capitolo 4 del presente documento). Si ritiene, inoltre, che la soluzione adottata sia accettabile anche in relazione alla natura del criterio normativo legato alla lunghezza minima dei rettifili che risulta associato ad aspetti di tipo ottico - percettivi e si ritiene, pertanto, ammissibile l'applicazione dello stesso criterio con un maggior grado di flessibilità qualora sia finalizzata a garantire una progettazione sensibile al contesto nel quale si colloca l'infrastruttura. Questo anche in considerazione del fatto che l'inserimento di un rettifilo di lunghezza ridotta non altera, nella sua impostazione complessiva, i principi di coerenza, leggibilità, guida ottica e rispondenza ai modi d'uso su cui si basa una progettazione stradale atto ad assicurare un miglioramento delle condizioni di sicurezza della circolazione.

5.2.1.2 Grosseto – Fano

Il tracciato studiato in direzione Fano possiede uno sviluppo totale di circa 5761 m ed inizia in corrispondenza della progressiva Km 67+800 della S.S.223 e si attesta a fine tracciato in corrispondenza della progressiva Km 03+300 della E78.

Affiancandosi all'esistente, la nuova infrastruttura si sviluppa inizialmente lungo una clotoide di transizione (parametro $A = 265$) in uscita da una curva circolare di raggio 680 m (Curva n°1 – esterna al limite intervento), per poi continuare con un rettifilo lungo 176,396 m cui segue una curva sinistrorsa (Curva n°2) con arco di raggio 545 m e clotoidi di transizione in ingresso e uscita entrambe con parametro $A = 265$, che adduce ad un flesso planimetrico del tracciato stradale realizzato, dopo un breve rettifilo ($L=11,565$ m), mediante a curva destrorsa di raggio 438 m e sviluppo di 375,816 m (Curva n°3), con clotoidi di ingresso ed uscita, rispettivamente con valore $A=232$ e $A= 260$

All'interno di questo tratto in curva si sviluppa quasi interamente lo svincolo di Cerchiaia, compressivo di tratti lungo il viadotto Tressa, di $L = 236$ m (carreggiata Est) e in galleria artificiale del raddoppio della galleria San Lazzaro, di $L =60$ m.

In uscita dalla zona di svincolo il tracciato prosegue in rettifilo per i successivi 66,771 m per poi modificarsi in una curva destrorsa a raggio 1100 m (Curva n°4), cui segue un lungo rettifilo di 639,58 m, che precede una nuova curva destrorsa (Curva n° 5) di raggio di 640 m e un nuovo rettifilo di 57,302 m.

Lungo quest'ultimo sistema rettifilo – curva n° 5 – rettifilo si sviluppano le corsie di accesso e uscita dalla nuova area di servizio Sud in progetto; seguono quindi una nuova curva sinistrorsa (Curva n° 6) con $R = 940$ m e sviluppo 194,056 m, un nuovo rettifilo di 280,560 m, al cui interno si prevede la realizzazione del raddoppio della "Galleria Bucciano" di $L = 75$ m.

Segue un nuovo flesso planimetrico, in corrispondenza dello svincolo di Ruffolo, caratterizzato dalla presenza del viadotto Rilugo (carreggiata ovest), di $L = 490$ m, che inizia con una curva sinistrorsa con di raggio $R=545$ m (Curva n°7) dello sviluppo complessivo di 286,874 m, con clotoidi di transizione in ingresso e in uscita aventi entrambe parametro $A=264$, proseguendo con un brevissimo rettifilo ($L=0,609$ m) e completando il flesso mediante a curva destrorsa (Curva n° 8) di raggio 365 m e sviluppo 116,642 m, con clotoidi di ingresso ed uscita simmetriche e valore $A=210$.

Il tracciato, quindi, termina con un ultimo sistema rettifilo – curva – rettifilo, dove il primo tratto rettilineo si sviluppa per 31,899 m, cui segue l'ultima curva destrorsa (Curva n° 9) di raggio $R = 280$ m e clotoidi aventi parametro $A = 109,375$, per terminare con l'ultimo tratto in rettifilo esterno al limite di intervento.

Complessivamente il tracciato Grosseto-Fano (tracciato Est), comprende 10 tratti in rettifilo e 9 in curva, di cui 6 destrorse e 3 sinistrorse, con valori di raggio elevati variabili da un minimo di $R = 280$ m a un massimo di $R = 1100$ m che pertanto ricadono, per due elementi successivi, all'interno della zona "buona" dell'abaco di Koppel in pieno adempimento delle prescrizioni del D.M.

Per agevolare la lettura si riportano, nella seguente tabella riassuntiva, i valori dei parametri caratteristici del tracciato appena descritto (le celle in grigio rappresentano tratti dell'asse stradale studiato interamente o parzialmente al di fuori del limite di intervento).

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	RETTIFILO	-692,180	-425,508	266,672	-	-
	CLOTOIDE	-425,508	-274,919	150,588	320	-
2	ARCO	-274,919	-9,877	265,043	-	680
	CLOTOIDE	-9,877	140,711	150,588	320	-
3	RETTIFILO	140,711	317,107	176,396	-	-
	CLOTOIDE	317,107	445,960	128,853	265	-
4	ARCO	445,960	623,534	177,573	-	545
	CLOTOIDE	623,534	752,387	128,853	265	-
5	RETTIFILO	752,387	763,952	11,565	-	-
	CLOTOIDE	763,952	886,838	122,886	232	-
6	ARCO	886,838	1262,654	375,816	-	438
	CLOTOIDE	1262,654	1416,991	154,338	260	-
7	RETTIFILO	1416,991	1483,762	66,771	-	-
	CLOTOIDE	1483,762	1615,035	131,273	380	-
8	ARCO	1615,035	1755,814	140,779	-	1100
	CLOTOIDE	1755,814	1887,087	131,273	380	-
9	RETTIFILO	1887,087	2526,667	639,580	-	-
	CLOTOIDE	2526,667	2729,167	202,500	360	-
10	ARCO	2729,167	2915,722	186,555	-	640
	CLOTOIDE	2915,722	3118,222	202,500	360	-
11	RETTIFILO	3118,222	3175,524	57,302	-	-
	CLOTOIDE	3175,524	3345,737	170,213	400	-
12	ARCO	3345,737	3539,793	194,056	-	940
	CLOTOIDE	3539,793	3677,665	137,872	360	-
13	RETTIFILO	3677,665	3958,225	280,560	-	-
	CLOTOIDE	3958,225	4086,108	127,883	264	-
14	ARCO	4086,108	4372,982	286,874	-	545
	CLOTOIDE	4372,982	4500,864	127,883	264	-
15	RETTIFILO	4500,864	4501,473	0,609	-	-
	CLOTOIDE	4501,473	4622,295	120,822	210	-
16	ARCO	4622,295	4738,937	116,642	-	365
	CLOTOIDE	4738,937	4859,759	120,822	210	-
17	RETTIFILO	4859,759	4891,658	31,899	-	-
	CLOTOIDE	4891,658	5001,033	109,375	175	-
18	ARCO	5001,033	5122,207	121,173	-	280
	CLOTOIDE	5122,207	5231,582	109,375	175	-
19	RETTIFILO	5231,582	5761,045	529,464	-	-

Nella scelta dei tratti di transizione a curvatura variabili sono state adottate spirali generalizzate con parametro N unitario (clotoidi) e i relativi parametri caratteristici sono stati scelti in modo da rispettare le prescrizioni espresse dalla normativa. I valori della lunghezza L di rettifili e i tratti a curvatura

costante, nonché i raggi R delle curve e i parametri A delle clotoidi sono stati confrontati con i valori minimi e massimi calcolati secondo i criteri dettati dal D.M. risultando in ogni caso verificati fatta eccezione per la lunghezza di 3 rettifili che risulta inferiore al minimo.

I tabulati di riepilogo riportanti l'adempimento di tali verifiche, redatti dal software di progettazione vengono riportati in allegato al presente elaborato.

I valori delle pendenze trasversali relative a ciascun ciglio sono riportati all'interno di specifici elaborati (T00PS01TRADG01-02) comprendente anche i diagrammi delle velocità e delle visibilità. I valori delle pendenze in curva e in rettifilo sono coerenti con quelli indicati in normativa.

In conclusione, l'andamento planimetrico del tracciato risulta pienamente rispettoso della normativa di riferimento (D.M. 05/11/2001) ad eccezione di alcune lievi divergenze relative alla lunghezza dei seguenti rettifili:

- Rettifilo 3: da p.k. 0+140,71 a p.k. 0+317,10 – L = 176,39 m < L_{min} = 250 m
- Rettifilo 7: da p.k. 1+416,99 a p.k. 1+483,76 – L = 66,77 m < L_{min} = 250 m
- Rettifilo 17: da p.k. 4+859,75 a p.k. 4+891,65 – L = 31,89 m < L_{min} = 147,54 m

Per i suddetti rettifili valgono le medesime considerazioni espresse alla fine del precedente paragrafo.

5.2.2 Caratteristiche altimetriche

L'altimetria del tracciato stradale, dovendo assecondare le esigenze di definire un tracciato a norma che si relazioni con il territorio e le infrastrutture esistenti in maniera coerente ed integrata, risulta fortemente condizionata dall'orografia, fortemente variabile, delle aree attraversate.

L'altimetria di entrambi i tracciati ricalca l'andamento di quella della strada esistente, analogamente alla planimetria: la prima livelletta introduce una prima successione di livellette e raccordi verticali in salita lungo il quale si sviluppa l'intero Svincolo Cerchiaia, che raggiunge il suo massimo in corrispondenza della Galleria San Lazzerò, che si sviluppa lungo una successione di due raccordi verticali di ampio raggio (Raccordo 4 con Rv=9000 e Raccordo 5 con Rv=18000), cui segue una discesa che raggiunge il suo minimo appena successivamente il viadotto Valli.

Il tracciato riprende quindi a salire, raggiungendo il massimo in corrispondenza della Galleria Bucciano, per poi ridiscendere e scavalcare grazie al Viadotto Riluogo, lungo il quale si sviluppa l'intero svincolo Ruffolo, sia l'intersezione con la tratta ferroviaria Siena-Empoli-Chiusi, che quella con la S.P. 136 "Traversa Romana Aretina", il Fosso Riluogo e il Fosso Borrino, riallacciandosi infine alla strada esistente.

La verifica dell'adempimento alle prescrizioni sul rispetto di valore minimo del raggio verticale è stata svolta mediante software di progettazione, in funzione della distanza di arresto calcolata come da normativa. Di seguito è riportata la tabella riassuntiva dei parametri progettuali utilizzati dove si evince che i valori di raggio verticale adottati sono sempre superiori a quelli minimi.

Nel tracciato Grosseto-Fano sono in tutto presenti 11 livellette con pendenza massima pari a 4,8% in pieno rispetto della pendenza massima imposta da normativa per il tipo di strada analizzato pari al 6%. Le livellette sono tra loro raccordate da 12 raccordi parabolici aventi raggio verticale variabile tra 5000 m e 22300 m progettati secondo le prescrizioni del D.M. 2001.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	8000.00	-0.24	0.49	0.74	58.87	19.27	78.13	100.00	1286.01	OK
2	S	20000.00	0.49	0.75	0.25	50.37	222.57	272.93	112.51	1627.75	OK
3	S	5000.00	0.75	4.79	4.05	202.35	603.04	805.30	117.44	4359.39	OK

4	D	9000.00	4.79	0.16	-4.63	416.61	806.00	1222.44	107.77	6210.45	OK
5	D	18000.00	0.16	-2.88	-3.04	547.78	1223.49	1771.20	120.00	8647.07	OK
6	S	22300.00	-2.88	2.50	5.38	1199.59	1934.49	3133.94	120.00	4343.42	OK
7	D	16200.00	2.50	-4.59	-7.09	1148.78	3381.01	4529.48	120.00	8562.06	OK
8	S	5600.00	-4.59	-1.08	3.51	196.41	4530.49	4726.81	102.29	3203.79	OK
9	S	15000.00	-1.08	-0.68	0.40	59.98	4867.55	4927.53	98.43	1245.98	OK
10	D	10000.00	-0.68	-2.14	-1.46	145.84	4927.56	5073.38	91.75	1082.59	OK
11	S	15000.00	-2.14	-1.92	0.22	33.42	5135.31	5168.72	88.82	1014.62	OK
12	S	6000.00	-1.92	0.03	1.95	116.81	5281.74	5398.55	100.00	1286.01	OK

Tabella 27 - Tabella di verifica dei raccordi verticali

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi: differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

Nel tracciato Fano-Grosseto sono in tutto presenti 13 livellette con pendenza massima pari a 2,88% in pieno rispetto della pendenza massima imposta da normativa per il tipo di strada analizzato pari al 6%. Le livellette sono tra loro raccordate da 11 raccordi parabolici aventi raggio verticale variabile tra 5600 m e 22500 m progettati secondo le prescrizioni del D.M. 2001.

La verifica dell'adempimento alle prescrizioni sul rispetto di valore minimo del raggio verticale è stata svolta mediante software di progettazione, in funzione della distanza di arresto calcolata come da normativa. Di seguito è riportata la tabella riassuntiva dei parametri progettuali utilizzati dove si evince che i valori di raggio verticale adottati sono sempre superiori a quelli minimi.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	D	12000.00	-0.14	-0.67	-0.53	63.55	0.00	63.55	100.00	1286.01	OK
2	S	6500.00	-0.67	0.67	1.34	87.16	79.03	166.20	102.41	1348.73	OK
3	S	6000.00	0.67	4.00	3.33	200.07	578.24	778.26	120.00	4312.06	OK
4	D	9000.00	4.00	0.50	-3.50	315.10	864.07	1179.07	102.63	5257.99	OK
5	D	14000.00	0.50	-2.88	-3.38	473.33	1266.59	1739.87	120.00	8601.45	OK
6	S	22500.00	-2.88	2.54	5.43	1220.85	1939.77	3160.47	120.00	4341.79	OK
7	D	18000.00	2.54	-0.20	-2.74	494.11	3352.59	3846.66	120.00	8596.60	OK
8	D	11000.00	-0.20	-5.00	-4.80	528.23	3914.89	4442.89	120.00	9001.87	OK
9	S	5600.00	-5.00	-0.11	4.89	273.82	4492.93	4766.63	105.16	3503.50	OK

10	D	12000.00	-0.11	-0.83	-0.72	86.62	4766.79	4853.41	106.14	1448.78	OK
11	D	10000.00	-0.83	-2.54	-1.70	170.12	4968.90	5138.99	84.81	925.07	OK
12	S	10000.00	-2.54	-2.09	0.45	44.72	5139.01	5183.71	80.00	823.05	OK
13	S	7200.00	-2.09	0.03	2.11	152.28	5261.67	5413.93	80.00	823.05	OK

Tabella 28 - Tabella di verifica dei raccordi verticali

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi: differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

5.2.3 Diagrammi di Velocità e Visibilità

In conformità alle prescrizioni normative sono stati ricostruiti, per ciascuna carreggiata, i diagrammi di velocità.

Carreggiata Fano – Grosseto

Oltre alle indicazioni normative, ai fini di garantire la continuità del diagramma di velocità lungo l'itinerario si è dovuto tenere opportunamente conto delle velocità di progetto dei tratti esistenti immediatamente precedenti e successivi all'infrastruttura di progetto. Nello specifico, l'utenza proveniente da Fano si avvicina al tratto in esame con una velocità limitata da opportuna segnaletica a 70 Km/h, mentre superata l'infrastruttura di progetto, lungo la SS 223 è possibile proseguire con la massima velocità di 90 km/h. Tenendo dunque conto di questi fattori e che la velocità imposta all'utente è di 10 km/h inferiore rispetto alla velocità di progetto, il valore iniziale di quest'ultima (leggendo il tracciato nel suo senso di percorrenza) è pari ad 80 km/h fino al raggiungimento della prima curva. Dopodiché il diagramma prosegue secondo la costruzione standard nel rispetto delle corrette velocità di percorrenza delle curve, assistendo, in generale, ad un progressivo aumento di velocità fino al raggiungimento, superato il primo flesso, della massima velocità di progetto (120 km/h). La velocità si mantene quindi pressoché costante su tale valore fino allo svincolo Cerchiaia dove lungo la curva di raggio 440 m metri si assiste ad un calo della velocità di progetto di circa 20 km/h. Superata la curva la velocità torna a crescere assestandosi (pressoché con continuità) nuovamente sul valore massimo. Il raccordo con la viabilità esistente avviene alla velocità di progetto di 100 km/h essendo presente opportuna segnaletica che limita la velocità dell'utenza a 90 km/h.

Il diagramma di velocità risulta conforme alle indicazioni normative fatta eccezione per la differenza di velocità tra la curva in avvicinamento allo svincolo Cerchiaia (Curva n°3) e il rettilineo che la precede (nel senso di percorrenza dell'asse), percorso dagli utenti alla massima velocità di progetto, risulta maggiore dei 10 km/h indicati dalla normativa come valore massimo.

Al fine di adempire alla richiesta normativa sarebbe necessario introdurre una curva con valore del raggio superiore a 545 m in modo da assicurare una velocità di percorrenza della stessa curva pari o superiore a 110 km/h. Tuttavia, la conformazione e l'assetto infrastrutturale e urbano del corridoio impegnato dall'attuale tracciato renderebbero impossibile la costruzione del flesso planimetrico nel pieno rispetto dei raggi minimi imposti dal diagramma di velocità e contestualmente senza incidere in modo significativo sull'ambito di intervento. Infatti, a sud-est del tracciato sono presenti alcuni

fabbricati sia residenziali (nei pressi della galleria San Lazzerò) che produttivi (ai margini del Torrente Tressa); a nord-ovest, oltre ai viadotti dei rami di svincolo, è collocata un'area di rifornimento carburante posta fra il Torrente Tressa e un rilievo collinare.

In relazione all'assetto planimetrico adottato, comunque rispettoso di tutti i criteri geometrici e di visibilità dettati dalle norme stradali, si evidenzia che il raggio della curva scelto per il dimensionamento dell'elemento del tracciato (440 m) risulta comunque maggiore del valore di raggio dell'attuale curva di oltre 200 m ed è stato individuato sia per contenere il più possibile tale differenza di velocità sia per rispettare il range di variazione di velocità fra due curve successive (max 20 km/h).

Ai fini del mantenimento di adeguati standard di sicurezza verrà imposta in approccio a tale curva una limitazione della velocità massima dell'utenza a 90 km/h (tramite apposita segnaletica) oltre ad ulteriori dispositivi di segnalamento luminosi e non (delineatori modulari di curva, ecc.) volti ad imporre all'utenza un corretto andamento e adeguato livello di attenzione. È opportuno, inoltre evidenziare che la differenza tra il limite amministrativo di velocità previsto nel tratto precedente (110 km/h) e la V_p della curva (100.25 km/h), permette, per quanto attiene la velocità effettiva dell'utenza, di avere un valore di ΔV inferiore ai 10 km/h indicati dalla norma (seppur questa faccia riferimento univoco alle velocità di progetto). In aggiunta a quanto appena elencato il progetto prevede l'adozione, dalla p.k. 860 alla p.k. 1414, ovvero per tutta l'estensione della clotoide di ingresso alla curva, nonché lungo l'intero sviluppo della curva stessa (oltre che un breve tratto della clotoide di uscita in modo da non avere discontinuità lungo il viadotto), di un manto di usura caratterizzato da comprovati valori di aderenza superiori a quelli indicati dal D.M. 2001. Tale accortezza permette di rivalutare i parametri della formula dell'equilibrio in curva ottenendo, come risultato, un valore di velocità ammissibile superiore a quello teorico (e riducendo di conseguenza la differenza fra la velocità di percorrenza del rettilineo che precede la curva e la curva stessa).

Carreggiata Grosseto – Fano

Per quanto riguarda la costruzione del diagramma delle velocità della carreggiata in esame sono state svolte le medesime considerazioni già descritte relativamente alla carreggiata Fano – Grosseto e l'andamento del diagramma (al netto di alcuni valori legati alla velocità di percorrenza delle curve) risulta identico (ancorché speculare in merito alla direzione di percorrenza) a quello descritto nel precedente paragrafo. Su entrambi i lati dell'intervento, il raccordo con la viabilità esistente avviene alla velocità di progetto di 100 km/h essendo presente opportuna segnaletica che limita la velocità dell'utenza a 90 km/h.

Il diagramma di velocità risulta conforme alle indicazioni normative.

Per quanto riguarda la **distanza di visibilità per l'arresto**, essa è stata valutata puntualmente e per ciascuna corsia confrontata con la relativa distanza di visuale libera. L'elaborazione è stata effettuata dal software di progettazione che ha tenuto conto dell'andamento plano-altimetrico del tracciato nonché della presenza di ostacoli (dispositivi di ritenuta) ai margini della carreggiata.

Le verifiche sono state condotte in prima fase mantenendo costante la sezione stradale lungo tutto il tracciato, ed evidenziando le situazioni di riduzione della visuale libera; successivamente, introdotti i correttivi necessari, è stato implementato un secondo ciclo di verifiche al fine di verificare l'efficacia delle modifiche apportate agli elementi marginali.

Dalle verifiche di visibilità condotte è emersa la necessità di materializzare opportuni allargamenti, la cui posizione ed ampiezza sono di seguito schematicamente riassunti.

Carreggiata Fano – Grosseto

- Curva 3 (raggio: 440): da p.k. 0+812,34 a p.k. 1+1386,64 – valore max 3,14 metri
- Curva 4 (raggio: 1075): da p.k. 1+564,18 a p.k. 1+785,75 – valore max 0,96 metri
- Curva 5 (raggio: 596): da p.k. 2+634,78 a p.k. 3+069,87 – valore max 4,30 metri
- Curva 6 (raggio: 985): da p.k. 3+309,75 a p.k. 3+601,05 – valore max -0,58 metri
- Curva 8 (raggio: 420): da p.k. 4+498,82 a p.k. 4+777,57 – valore max 2,99 metri
- Curva 9 (raggio: 260): da p.k. 4+962,45 a p.k. 5+179,89 – valore max 2,05 metri

Carreggiata Grosseto – Fano

- Curva 2 (raggio: 545): da p.k. 0+342,13 a p.k. 0+702,88 – valore max 3,48 metri
- Curva 3 (raggio: 438): da p.k. 1+174,67 a p.k. 1+306,70 – valore max 1,16 metri
- Curva 4 (raggio: 1100): da p.k. 1+643,47 a p.k. 1+736,31 – valore max 0,16 metri
- Curva 5 (raggio: 640): da p.k. 2+640,29 a p.k. 2+991,68 – valore max 2.39 metri
- Curva 6 (raggio: 940): da p.k. 3+272,65 a p.k. 3+605,37 – valore max 1.48 metri
- Curva 7 (raggio: 545): da p.k. 3+982,37 a p.k. 4+461,55 – valore max 3.90 metri
- Curva 8 (raggio: 365): da p.k. 4+544,30 a p.k. 4+773,06 – valore max 2.39 metri
- Curva 9 (raggio: 280): da p.k. 4+943,48 a p.k. 5+148,10 – valore max 1.61 metri

Sono state inoltre condotte, per ciascuna carreggiata, le verifiche di visibilità relative alla curva esistente di inizio lotto (che si estende grossomodo tra la p.k. -500 e la p.k. 150 di ciascun asse). Dalle analisi condotte è emerso che, lungo tale curva, percorrendo l'asse Grosseto – Fano non si riscontrano criticità, mentre lungo l'asse Fano – Grosseto la velocità compatibile (ovvero la velocità alla quale non sussistono problemi legati alla visibilità per l'arresto) assume un valore minimo pari a 92,6 km/h. Essendo la velocità compatibile più alta rispetto al limite di velocità esistente (fissato a 90 km/h) e non essendo possibile intervenire con allargamenti lungo la curva esterna al limite di intervento si ritiene opportuno, lungo l'intero sviluppo della curva, mantenere inalterata la sezione stradale esistente confermando, allo stesso tempo, il limite di velocità attuale.

Sia i diagrammi delle velocità che quelli di visibilità sono riportati all'interno di specifico elaborato del quale si riporta uno stralcio a titolo esemplificativo.

All'interno di ciascun elemento grafico sono riportati, dall'alto verso il basso, il diagramma delle velocità, l'andamento planimetrico (schematizzato mediante l'andamento delle curvature), l'andamento dei cigli, i diagrammi di visibilità (calcolati prima e dopo l'adozione degli opportuni allargamenti in curva).



Figura 38 – Stralcio esemplificativo diagrammi di velocità e di visibilità

Per ciascun tratto di deviazione presente lungo il tracciato sono inoltre state redatte le verifiche

puntuali inerenti alle distanze di cambio corsia. Si rimanda in tale senso allo specifico elaborato (T00PS01TRAPF01) del quale si riporta uno stralcio esemplificativo.

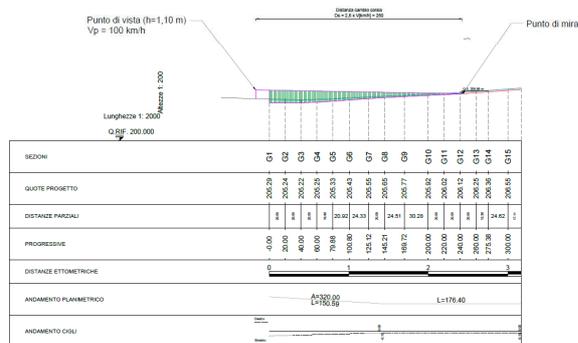
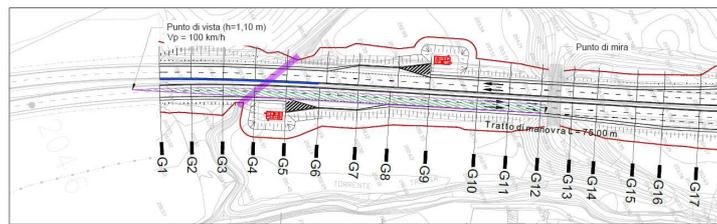


Figura 39 – Stralcio esemplificativo verifica distanza di cambio corsia

5.3 Criteri progettuali delle intersezioni livelli sfalsati

La progettazione delle rampe degli svincoli e delle intersezioni a raso è avvenuta sulla base delle indicazioni normative contenute nel D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Le caratteristiche progettuali delle rampe dei rami di svincolo sono state definite a partire dagli intervalli di velocità indicati nella tabella 7 del paragrafo 4.7.1 del DM e riportati per completezza nella tabella seguente:

Tipi di rampe	Intersezioni Tipo 1 (fig.3), escluse B/B, D/D, B/D, D/B.		Intersezioni Tipo 2 (fig.3), e B/B, D/D, B/D, D/B.	
Diretta	50-80 km/h		40-60 km/h	
Semidiretta	40-70 km/h		40-60 km/h	
Indiretta	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello ger. superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello ger. superiore	30 km/h

Tabella 29 – Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

Le intersezioni sono di tipo B/B per lo svincolo di Cerchiaia mentre B/C per lo svincolo di Ruffolo. Le intersezioni sono di tipo 2 e le rampe di progetto sono di tipo diretto e semidiretto. Ciò comporta un intervallo di velocità di progetto compreso tra 40 e 60 km/h. I parametri fondamentali per il disegno geometrico delle rampe sono indicati nella successiva tabella.

Velocità di progetto	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max in salita	(%)	10	7,0			5,0	
Pendenza max in discesa	(%)	10	8,0			6,0	
Raggi minimi verticali convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi	(m)	250	500	750	1000	1400	2000
Distanza di visuale minima	(m)	25	35	50	70	90	115

Tabella 30 – Caratteristiche plano-altimetriche delle rampe

La normativa di riferimento per le intersezioni è cogente per interventi di nuova realizzazione e richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

- geometria degli elementi modulari delle rampe;
- larghezza degli elementi modulari delle rampe e delle corsie specializzate (sezione tipo);
- dimensionamento delle corsie specializzate.

Le larghezze dei singoli elementi modulari sono le seguenti:

- corsie specializzate per funzioni cinematiche laterali (decelerazione ed accelerazione): si adotta un valore di 3,75 m;
- rampe monosenso lateralmente confinate: si adotta il valore minimo di 6,50 m pavimentati, di cui 1,00 m per la banchina sinistra, 4,00 m per la corsia di marcia e 1,50 m per la banchina destra;
- rampe bisenso lateralmente confinate: si adotta il valore di 9,00 m (1,00 di banchina + 3,50 di corsia + 3,50 di corsia + 1,00 di banchina).

Con riferimento alla geometria degli elementi modulari delle rampe, secondo quanto previsto esplicitamente nella norma in oggetto e facendo anche riferimento ai rimandi che questa fa al D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", di seguito sono riportate le verifiche prese in considerazione:

a) *Raggio minimo delle curve planimetriche.*

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto che risulta funzione della velocità minima dell'intervallo di progetto.

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250

Tabella 31 – Raggi minimi delle rampe in funzione della velocità di progetto minima

b) *Parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)*

Come indicato nel DM 19/04/2006 sono state previste curve di transizione a raggio variabile (clotoidi) per le transizioni tra curve e rettili, e tra curve adiacenti formanti un flesso planimetrico.

Per l'inserimento di curve a raggio variabile, si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel DM 05/11/2001 e già riassunti nel paragrafo 3.1 del presente elaborato.

c) *Pendenze longitudinali massime*

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 19/04/2006, è funzione della velocità di progetto come riportato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Pendenza massima in salita	(%)	10.0	7.0			5.0	
Pendenza massima in discesa	(%)	10.0	8.0			6.0	

Tabella 32 – Pendenze massime delle rampe

d) *Raccordi verticali convessi e concavi*

Per l'inserimento di raccordi verticali convessi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nella normativa e sintetizzati nelle seguenti tabelle.

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio Verticali Convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000

Tabella 33 – Pendenze massime delle rampe

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio Verticali Concavi	(m)	250	500	750	1000	1400	2000

Tabella 34 – Pendenze massime delle rampe

e) *Diagrammi di velocità e di visibilità*

Come da indicazione del DM 5/11/2001 e sulla base degli intervalli di progetto indicati nella tabella precedente sono stati redatti i diagrammi di velocità, nonché sono state verificate le distanze di visibilità per l'arresto.

f) *Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate di uscita o diversione*

Il dimensionamento delle corsie specializzate di uscita è stato effettuato con riferimento ai criteri contenuti della normativa vigente.

È opportuno sottolineare che le dimensioni così ottenute sono comunque dimensioni minime da garantire e da adottare in fase di progettazione, ciò non toglie che i suddetti valori possano essere opportunamente incrementati.

Le corsie di diversione si possono realizzare principalmente tramite l'utilizzo di due elementi:

- un tratto di manovra di lunghezza $L_{m,u}$;
- un tratto di decelerazione di lunghezza $L_{d,u}$ parallelo all'asse principale della strada;

Le corsie di uscita destinate ad agevolare le svolte a destra dalla principale vengono realizzate secondo le modalità rappresentate in figura seguente.

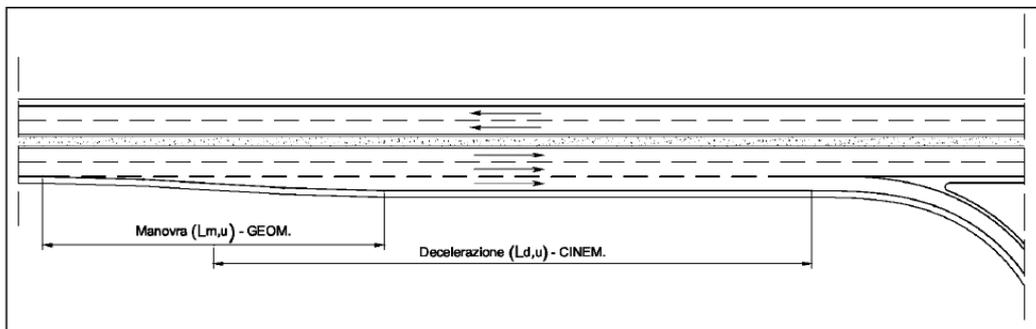


Figura 40 – schema planimetrico corsia di uscita (diversione) - tipologia parallela

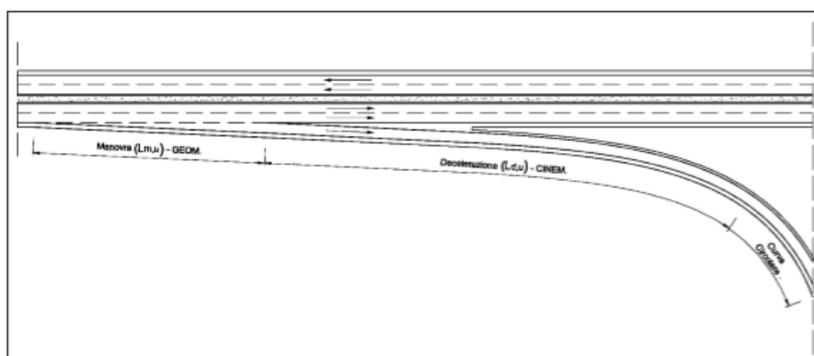


Figura 41 – schema planimetrico corsia di uscita (diversione) - tipologia di uscita ad ago

La lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ varia in funzione della velocità di progetto secondo i valori dettati dalla normativa e riportati nella seguente tabella:

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ [m]
40	20
60	40
80	60
100	75
≥ 120	90

Tabella 35 – Lunghezza tratto di manovra in funzione della velocità di progetto

La lunghezza del tratto di decelerazione segue la formula generale

$$L_{d,u} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

- $L_{d,u}$ = lunghezza necessaria per la variazione cinematica [m];

- v_1 = velocità di ingresso nel tratto di decelerazione, coincide con la velocità di progetto dell'asse principale desunta dal diagramma delle velocità nel tratto da cui la corsia specializzata si sviluppa;
- v_2 = velocità di uscita del tratto di decelerazione, coincide con la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione verso l'altra strada;
- a = decelerazione,
 - per strade di Tipo A e B (quando per queste ultime si utilizzano valori di aderenza longitudinale corrispondenti al tipo A): $3,0 \text{ m/s}^2$;
 - per tutte le altre strade: $2,0 \text{ m/s}^2$.

La corsia di decelerazione viene realizzata in parallelo all'asse della viabilità principale, inizia a metà del tratto di manovra e termina all'inizio del tratto curvilineo di ciascuna rampa.

g) Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate di ingresso o immissione

Il dimensionamento delle corsie specializzate di ingresso è stato effettuato con riferimento ai criteri contenuti della normativa vigente.

È opportuno sottolineare che le dimensioni così ottenute sono comunque dimensioni minime da garantire e da adottare in fase di progettazione, ciò non toglie che i suddetti valori possano essere opportunamente incrementati.

Le corsie specializzate di immissione si possono realizzare principalmente tramite l'utilizzo dei seguenti tratti elementari:

- un tratto di raccordo di lunghezza $L_{v,e}$;
- un tratto di immissione di lunghezza $L_{i,e}$;
- un tratto di accelerazione di lunghezza $L_{a,e}$;

Le corsie di ingresso destinate ad agevolare le svolte a destra dalla principale vengono realizzate secondo le modalità rappresentate in figura seguente.

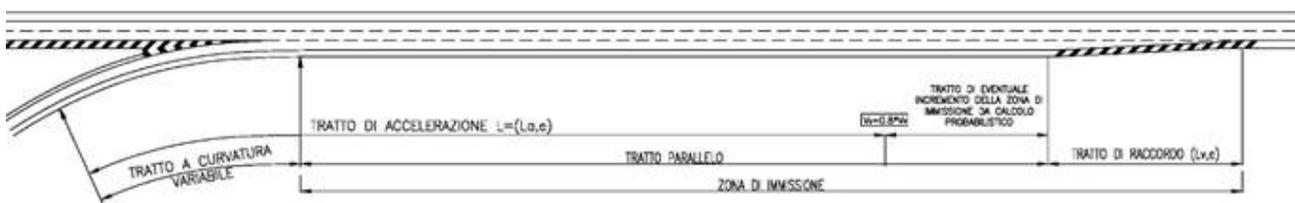


Figura 42 – schema planimetrico corsia di ingresso (immissione)

La lunghezza minima del tratto di accelerazione $L_{a,e}$ è stata calcolata mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

- $L_{a,e}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- v_1 (m/s) è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per v_1 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- v_2 (m/s) è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a $0,80 \cdot v_p$ (velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità)
- a (m/s^2) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a 1 m/s^2 .

La lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ varia in funzione della velocità di progetto secondo i valori

dettati dalla normativa e riportati nella seguente tabella

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,p}$ [m]
$V_p > 80$	75
$V_p \leq 80$	50

Tabella 36 – Lunghezza tratto di raccordo in funzione della velocità di progetto

La zona di immissione, corrispondente alla lunghezza complessiva del tratto di corsia specializzata in cui è ammessa la manovra di immissione ed individuato mediante apposita segnaletica orizzontale discontinua, viene verificata mediante metodo probabilistico basato sulle teorie delle code, ed eventualmente incrementato in ragione degli esiti della verifica.

Completato il dimensionamento geometrico-funzionale dell'area di immissione, la corsia specializzata è stata verificata in merito al livello di servizio offerto attraverso il metodo indicato dall'Highway Capacity Manual (HCM 2000). In particolare, la verifica accerterà che la lunghezza della zona di immissione, come risultante dal dimensionamento, fornisca un livello di servizio adeguato al LOS attuale.

Di fatto, come indicato al capitolo 5 del D.M. 19.04.2006, il livello di servizio offerto dall'intersezione non deve essere inferiore a quello prescritto dal DM 5.11.2001 per il tipo di strade confluenti al nodo: diversamente la lunghezza dovrà essere maggiorata fino al raggiungimento di un LOS adeguato.

5.4 Caratteristiche progettuali delle intersezioni a livelli sfalsati

5.4.1 Svincolo Cerchiaia

5.4.1.1 Rampe

Come anticipato nel precedente capitolo 3.3, le rampe di svincolo sono così individuate:

- **Rampa Fano – Firenze** – rampa monosenso di tipo diretta, permette l'uscita dalla S.S. n.233 per i veicoli provenienti da Fano in direzione Firenze sulla S.S. n.674 - si posiziona parzialmente in sede alla rampa esistente;
- **Rampa Grosseto – Firenze** – rampa monosenso di tipo semidiretta, permette l'uscita dalla S.S. n.233 per i veicoli provenienti da Grosseto in direzione Firenze sulla S.S. n.674, si posiziona in nuova sede;
- **Rampa Firenze – Grosseto** rampa monosenso di tipo diretta, permette il collegamento dalla S.S. n.674 per i veicoli provenienti da Firenze in direzione Grosseto sulla S.S. n.233 – si posiziona in sede alla rampa esistente;
- **Rampa Firenze – Fano** rampa monosenso di tipo semidiretta, permette il collegamento dalla S.S. n.674 per i veicoli provenienti da Firenze in direzione Fano sulla S.S. n.233 – si posiziona parzialmente sulla sede della rampa esistente.

Di seguito si descrivono i rispettivi tracciati piano altimetrici delle rampe sopra evidenziate.

L'intervento di progetto relativo alla **rampa Fano – Firenze** si riferisce all'adeguamento piano altimetrico della rampa esistente nel suo tratto iniziale (in uscita dalla S.S. n.233) per uno sviluppo pari a 175,40m; nel tratto successivo il tracciato piano altimetrico si raccorda all'esistente in corrispondenza della spalla del viadotto esistente di cui si prevede il mantenimento. Il tracciato planimetrico ha inizio in corrispondenza del tracciato della carreggiata Ovest Fano – Grosseto con un primo rettilineo di lunghezza pari a 89.77m, dal quale si stacca con una curva in destra di raggio pari a 120m e con successivo rettilineo di lunghezza pari a 4.47m si raccorda al sedime esistente in prossimità della spalla del viadotto esistente. Il tracciato altimetrico presenta un primo tratto di sovrapposizione alla carreggiata Ovest Fano – Grosseto con elementi di uguali caratteristiche (prima livelletta con pendenza del 0.46% e seconda con pendenza del 0.49% collegate da un

raccordo verticale concavo di $R=6500m$), nel tratto successivo in cui la rampa si stacca dal sedime dell'asse principale, presenta una livelletta con pendenza del 3.42% raccordata alla precedente da un raccordo verticale convesso di $R=2000m$; il tracciato altimetrico infine si riconnette al sedime esistente con raccordo verticale concavo di $R=1000m$ e da una successiva livelletta con pendenza del 1.90%. Si evidenziano di seguito gli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	RETTIFILO	0	89.766	89.766	-	-
	CLOTOIDE	89.766	123.900	34.133	64	-
2	ARCO	123.899	127.730	3.831	-	120
	CLOTOIDE	127.730	170.930	43.2	72	120
3	RETTIFILO	170.930	175.399	4.469	-	-

Tabella 37 – Caratteristiche planimetriche rampa Fano - Firenze

Si evidenziano di seguito gli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	6500	-0,46	0,49	0,95	61,88	1,28	63,17	60,00	1000	OK
2	D	2000	0,49	-3,42	-3,90	78,10	65,11	143,20	60,00	2000	OK
3	S	1000	-3,42	-1,90	1,51	15,13	145,86	160,99	60,00	1000	OK

Tabella 38 – Caratteristiche altimetriche rampa Fano - Firenze

La **rampa Grosseto – Firenze** di sviluppo complessivo pari a 714.01m, viene realizzata completamente in nuova sede, a seguito della nuova geometrizzazione della carreggiata Est Grosseto – Fano. Il tracciato planimetrico ha inizio in corrispondenza del tracciato della stessa carreggiata Est Grosseto – Fano con un primo rettilo di lunghezza pari a 151.12m che prosegue in direzione nord con una prima curva in sinistra di raggio pari a 160m collegata da un breve rettilo di lunghezza pari a 3.74m ad una seconda curva in destra di raggio pari a 110m; in questo tratto avviene il sottopassaggio con un sottovia di sviluppo pari a circa 50m alla rampa Firenze – Fano. Il tracciato prosegue in direzione nord posizionandosi sul lato est dell'intera intersezione, nell'area compresa tra i sedimi stradali e il torrente Tressa, che viene successivamente sovrappassato con un nuovo ponte di sviluppo pari a circa 52m. In questo tratto il tracciato è costituito da una terza curva in sinistra di raggio pari a 90m collegata alla precedente da un rettilo di lunghezza 4.73m, che portano il tracciato in direzione ovest sovrappassando con nuovo manufatto l'attuale viabilità minore denominata via Cerchiaia oggetto di deviazione nell'ambito della presente progettazione. Il tracciato si conclude con un ultimo rettilo di lunghezza pari a 123.69m che si innesta sul tracciato esistente in corrispondenza della spalla del manufatto di scavalco al torrente Tressa di cui si prevede il mantenimento. Il tracciato altimetrico presenta un primo tratto di sovrapposizione alla carreggiata Est Grosseto - Fano con elementi di uguali caratteristiche (prima livelletta con pendenza del 0.76% e seconda con pendenza del 1.58% collegate da un raccordo verticale concavo di $R=4500m$), nel tratto successivo prosegue in direzione nord con una livelletta di pendenza pari a 2.57% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di $R=2000m$. In questo tratto con una livelletta di pendenza pari al 5.0% collegata alla precedente da un raccordo verticale concavo di $R=1250m$ avviene il sottopassaggio alla rampa Grosseto – Firenze con nuovo sottovia di lunghezza pari a circa 50m. Il tracciato altimetrico prosegue in direzione nord con una livelletta di pendenza del 4.90% raccordata alla precedente con un raccordo verticale di $R=2000m$ dove avviene lo scavalco del torrente Tressa con nuovo manufatto di lunghezza pari a circa 52m; nel tratto finale l'altimetria di progetto si innesta sul piano viabile esistente dell'attuale rampa con un primo raccordo verticale concavo di $R=1450$ e da un'ultima livelletta con pendenza del 2.68%. Si evidenziano di seguito gli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	RETTIFILO	0	151,123	151,123	-	-
	CLOTOIDE	151,123	181,748	30,625	70	-
2	ARCO	181,748	242,526	60,778	-	160
	CLOTOIDE	242,526	273,151	30,625	70	160
3	RETTIFILO	273,151	276,892	3,741	-	-
	CLOTOIDE	276,892	321,438	44,545	70	-
4	ARCO	321,438	338,724	17,286	-	110
	CLOTOIDE	338,724	383,270	44,545	70	110
5	RETTIFILO	383,270	387,996	4,727	-	-
	CLOTOIDE	387,996	442,441	54,444	70,000	-
6	ARCO	442,441	509,699	67,258	-	90,000
	CLOTOIDE	509,699	560,684	50,985	67,739	90,000
7	RETTIFILO	560,684	684,373	123,689	-	-
	CLOTOIDE	684,373	711,573	27,200	68,000	-
8	ARCO	711,573	714,012	2,439	-	170,000

Tabella 39 – Caratteristiche planimetriche rampa Grosseto - Firenze

Si evidenziano di seguito gli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	4500	0,76	1,58	0,82	36,81	14,83	51,63	60,00	1000	OK
2	D	2000	1,58	-2,57	-4,15	82,91	51,80	134,71	60,00	2000	OK
3	S	1250	-2,57	5,00	7,57	94,65	144,67	239,30	60,00	1000	OK
4	D	2000	5,00	-4,90	-9,90	198,08	294,66	492,66	60,00	2000	OK
5	S	1450	-4,90	2,68	7,58	109,90	495,90	605,77	60,00	1000	OK

Tabella 40 – Caratteristiche altimetriche rampa Grosseto - Firenze

L'intervento di progetto relativo alla **rampa Firenze - Grosseto** si riferisce all'adeguamento piano altimetrico della rampa esistente per uno sviluppo pari a 203,72m. Il tracciato planimetrico ha inizio con una curva di raggio R=375,00 m in continuità al sedime stradale esistente nel tratto successivo al viadotto esistente di cui si prevede il mantenimento. La stessa è collegata con un breve rettilineo ad una curva in destra di raggio pari a 450m. Si innesta al tracciato della carreggiata Ovest Fano – Grosseto con una curva di raggio R=642,50m. Il tracciato altimetrico prevede un lieve innalzamento dell'attuale livelletta stradale al fine di renderlo compatibile con le altimetrie delle adiacenti direttrici (rampa Firenze – Fano e carreggiata Ovest Fano – Grosseto) alle quali è direttamente collegato e in parte sovrapposto. La livelletta iniziale ha una pendenza del 1.21% ed è collegata alla successiva di pendenza del 0.70% con un raccordo verticale concavo di R=1000m; il tracciato prosegue in direzione sud con una livelletta con pendenza del 3.59% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=2000m, e si innesta nel tratto finale sul sedime della nuova carreggiata Ovest Fano – Grosseto con un'ultima livelletta con pendenza del 2.11% collegata alla precedente da un raccordo verticale di R=6250m.

Si evidenziano di seguito gli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	ARCO	0	22,00	22,00		375,000

2	RETTIFILO	22,00	24,17	2,170		
	CLOTOIDE	24.17	111,40	87,23	198,12	
3	ARCO	111.40	125,74	14,34		450,000
	CLOTOIDE CONT.	125.74	181,90	56,16	290,43	
4	ARCO	181.90	203,72	21,82		642,500

Tabella 41 – Caratteristiche planimetriche rampa Firenze - Grosseto

Si evidenziano di seguito gli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1000	-1.66	0.70	2.36	23.62	1.21	24.83	60,00	1000	OK
2	D	2000	0.70	-3.59	-4.29	85.82	25.59	111.30	60,00	2000	OK
3	S	3720	-3.59	-2.11	1.47	92.06	111.38	203.40	60,00	1000	OK

Tabella 42 – Caratteristiche altimetriche rampa Firenze - Grosseto

La **rampa Firenze – Fano** di sviluppo complessivo pari a 876,41m, prevede il mantenimento dell'attuale posizione planimetrica con l'eccezione delle tratte in corrispondenza dello scavalco alle carreggiate dell'asse principale (previsto nuovo cavalcavia di progetto) e dell'innesto sulla stessa carreggiata Est Grosseto – Fano. Il tracciato planimetrico ha inizio come per la rampa Firenze – Grosseto in corrispondenza del sedime stradale esistente con un arco di raggio R=371.00m, e prosegue in direzione sud con una curva in destra di raggio pari a 220m. Il successivo rettilineo di lunghezza pari a 38.86m si collega ad una curva in sinistra di raggio pari a 65.50m che permette lo scavalco alle carreggiate dell'asse principale con un nuovo cavalcavia a tre campate; in questo tratto avviene lo scostamento planimetrico dalla sede esistente. Il tracciato planimetrico inverte quindi la direzione di percorso, e con un rettilineo di lunghezza pari a 141.00m sovrappassa la rampa Grosseto – Firenze (nuovo sottovia di sviluppo pari a circa 50m) e si innesta con una curva in destra di raggio pari a 430.50m nella nuova carreggiata Est Grosseto – Fano. Il tracciato altimetrico analogamente a quello planimetrico nel tratto iniziale si mantiene alla quota della rampa esistente, con l'eccezione di un breve tratto dove per adeguarsi all'altimetria dell'adiacente rampa Firenze – Grosseto, si innalza leggermente rispetto all'esistente. La livelletta iniziale nel tratto in affiancamento alla suddetta rampa Firenze – Grosseto presenta una pendenza del 0.87% collegata ad una successiva di pendenza pari a 0.67% con un raccordo verticale concavo di raggio R=1000m. Nel tratto successivo una livelletta di pendenza del 3.67% collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=2000m porta il tracciato altimetrico ad appoggiarsi sul sedime esistente con una nuova livelletta di pendenza pari a 2.75% collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di raggio R=1200m. Il tracciato prosegue con una livelletta di pendenza pari al 3.67%, collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=4000m, e si porta in prossimità del nuovo scavalco alle carreggiate dell'asse principale, che avviene con una successiva livelletta di pendenza pari al 0.51% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=2000m. Nel tratto successivo avviene il sovrappasso alla rampa Grosseto – Firenze con una livelletta di pendenza pari al 3.48% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=3000m. Il tracciato prosegue quindi in direzione nord con una nuova livelletta con pendenza del 4.72% collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=1220m, che a sua volta si innesta nel tracciato della carreggiata Est Grosseto – Fano con un'ultima livelletta di pendenza pari a 3.84% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=6450m. Si evidenziano di seguito gli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	ARCO	0	15,568	15,568		
2	RETTIFILO	15,568	26,741	11,173	-	-
	CLOTOIDE	26,741	92,196	65,455	120	-

3	ARCO	92,196	187,294	95,098	-	220
	CLOTOIDE	187,294	216,384	29,091	80	220
4	RETTIFILO	216,285	257,584	41,199	-	-
	CLOTOIDE	257,584	319,895	62,311	63,885	-
5	ARCO	319,895	501,213	181,318	-	65,5
	CLOTOIDE	501,213	566,689	65,477	65,488	65,5
6	RETTIFILO	566,690	707,628	140,939	-	-
	CLOTOIDE	707,628	782,348	74,720	179,352	-
7	ARCO	782,348	876,411	94,063	-	430,50

Tabella 43 – Caratteristiche planimetriche rampa Fano - Firenze

Si evidenziano di seguito gli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1000	-0,87	0,67	1,54	15,40	8,73	24,13	60,00	1000	OK
2	D	2000	0,67	-3,67	-4,33	86,72	24,59	111,29	60,00	2000	OK
3	S	1200	-3,67	2,75	6,42	78,32	111,39	189,70	60,00	1000	OK
4	S	4000	2,75	3,67	0,92	36,67	259,00	295,65	58,84	1000	OK
5	D	2000	3,67	-0,51	-4,17	83,47	340,78	424,23	47,04	2000	OK
6	D	3000	-0,51	-3,48	-2,97	89,11	533,95	623,03	60,00	2000	OK
7	S	1220	-3,48	4,59	8,07	98,44	672,33	770,74	60,00	1000	OK
8	D	6450							60,00	2000	OK

Tabella 44 – Caratteristiche altimetriche rampa Fano - Firenze

Per la verifica di ottemperanza agli standard normativi degli elementi planimetrici delle rampe dello svincolo di Cerchiaia si rimanda ai relativi tabulati allegati alla presente relazione.

5.4.1.2 Diagrammi di velocità e visibilità

Per ciascun ramo di svincolo sono stati realizzati diagrammi analoghi a quelli presentati nei paragrafi precedenti, dai quali è possibile evincere in particolare il diagramma delle velocità e quello delle visibilità, realizzato quest'ultimo come da prescrizioni della normativa per la sola distanza di visibilità per l'arresto e in ambo le direzioni nel caso di rampe a doppio senso di percorrenza.

Tali diagrammi, realizzati dal software di progettazione sono riportati in apposito elaborato (T00SV01TRADG01); da essi è possibile ricavare come tutte le prescrizioni normative siano state rispettate.

Si sottolinea, inoltre, come al fine di rispettare le condizioni imposte dal controllo sulle distanze di visibilità si sia provveduto a realizzare opportuni allargamenti nelle zone più critiche. Le verifiche riportate in elaborato sono state effettuate in riferimento al layout definitivo comprendente anche i suddetti allargamenti.

Si evidenziano di seguito gli allargamenti introdotti per le rampe dello svincolo di Cerchiaia

- Rampa Firenze-Fano Curva 2 (raggio 65,50): da pk 0+259,60 a pk 0+495,79 - valore max 1,32 m
- Rampa Grosseto-Firenze Curva 2 (raggio 110): da pk 0+318,00 a pk 0+346,19 – valore max 0,28 m - Curva 3 (raggio 90): da pk 0+415,26 a pk 0+524,97 – valore max 1,62 m

5.4.1.3 Corsie Specializzate

Corsia di uscita Grosseto – Firenze

La corsia di uscita Grosseto – Firenze, prevede un tratto di manovra e un tratto di decelerazione che si sviluppa per la sua intera lunghezza in parallelo all'asse principale della strada per una lunghezza non inferiore a quella minima calcolata secondo le indicazioni della normativa di riferimento.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo e la relativa verifica con la soluzione progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	120
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto decelerazione richiesta	Ld,u	(m)	139
Lunghezza tratto manovra richiesta	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione richiesta	Lt	(m)	184

Lunghezza tratto decelerazione di progetto	Ld,u	(m)	163
Lunghezza tratto manovra di progetto	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione di progetto	Lt	(m)	208

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta. La scelta di adottare un valore di lunghezza più elevato rispetto al minimo calcolato è subordinata alla necessità di garantire la sussistenza delle visibilità per il cambio corsia.

Corsia di ingresso Firenze – Grosseto

La corsia di ingresso Firenze – Grosseto, composta da un tratto di manovra, un tratto di accelerazione e un tratto di immissione, si sviluppa principalmente in parallelo all'asse principale della strada e presenta una lunghezza non inferiore a quella minima calcolata secondo le indicazioni della normativa di riferimento.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo e la relativa verifica con la soluzione progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	120
Velocità di progetto asse principale (80%)	V1	(km/h)	96
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto accelerazione richiesta	La,e	(m)	217
Lunghezza tratto raccordo richiesta	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione richiesta	Lt	(m)	292

Lunghezza tratto accelerazione di progetto	La,e	(m)	345
Lunghezza tratto raccordo di progetto	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione di progetto	Lt	(m)	420

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta. La scelta di adottare un valore di lunghezza più elevato rispetto al minimo calcolato è connessa alle verifiche funzionali condotte per il tratto di

immissione per le quali si rimanda allo studio di traffico allegato al progetto (elaborato T00EG00GENRE03).

Corsia di ingresso Firenze – Fano

La corsia di ingresso Firenze – Fano, composta da un tratto di manovra, un tratto di accelerazione e un tratto di immissione, si sviluppa principalmente in parallelo all'asse principale della strada e presenta una lunghezza non inferiore a quella minima calcolata secondo le indicazioni della normativa di riferimento.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo e la relativa verifica con la soluzione progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	100
Velocità di progetto asse principale (80%)	V1	(km/h)	80
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto accelerazione richiesta	La,e	(m)	108
Lunghezza tratto raccordo richiesta	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione richiesta	Lt	(m)	183

Lunghezza tratto accelerazione di progetto	La,e	(m)	229
Lunghezza tratto raccordo di progetto	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione di progetto	Lt	(m)	304

Si evidenzia che per il calcolo della lunghezza del tratto di accelerazione è stato incluso anche lo sviluppo relativo al raggio circolare di raccordo tra la rampa e il ciglio esterno della carreggiata dell'asse principale solo per il tratto in cui detto raggio risulta perfettamente parallelo al ciglio esterno della carreggiata principale.

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta. La scelta di adottare un valore di lunghezza più elevato rispetto al minimo calcolato è connessa alle verifiche funzionali condotte per il tratto di immissione per le quali si rimanda allo studio di traffico allegato al progetto (elaborato T00EG00GENRE03), nonché alla volontà di mantenere costante la sezione stradale lungo l'opera d'arte.

Corsia di uscita Fano – Firenze

La corsia di uscita Fano – Firenze, prevede un tratto di manovra e un tratto di decelerazione che si sviluppa per la sua intera lunghezza in parallelo all'asse principale della strada per una lunghezza non inferiore a quella minima calcolata secondo le indicazioni della normativa di riferimento.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo e la relativa verifica con la soluzione progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	120
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto decelerazione richiesta	Ld,u	(m)	139
Lunghezza tratto manovra richiesta	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione richiesta	Lt	(m)	184

Lunghezza tratto decelerazione di progetto	Ld,u	(m)	365
Lunghezza tratto manovra di progetto	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione di progetto	Lt	(m)	410

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta. La scelta di adottare un valore di lunghezza più elevato rispetto al minimo calcolato è subordinata alla necessità di garantire la sussistenza delle visibilità per il cambio corsia.

5.4.2 Svincolo Ruffolo

5.4.2.1 Rampe

Come anticipato nel precedente capitolo 3.3, le rampe di svincolo sono così individuate:

- **Rampa Siena – Fano** – rampa monosenso di tipo semidiretta, permette il collegamento dalla S.S. n.73 per i veicoli provenienti da Siena in direzione Fano sulla S.S. n.223.
- **Rampa Fano – Siena** – rampa monosenso di tipo semidiretta, permette l'uscita dalla S.S. n.715 per i veicoli provenienti da Fano in direzione Siena sulla S.S. n.73;
- **Rampa Siena – Grosseto** rampa monosenso di tipo diretta, permette il collegamento dalla S.S. n.73 per i veicoli provenienti da Siena in direzione Grosseto sulla S.S. n.223;
- **Rampa Grosseto – Siena** rampa monosenso di tipo semidiretta, permette l'uscita dalla S.S. n.223 per i veicoli provenienti da Grosseto in direzione Siena sulla S.S. n.73.

Di seguito si descrivono i rispettivi tracciati piano altimetrici delle rampe sopra evidenziate.

La **rampa Siena – Fano** di sviluppo complessivo pari a 646.40m ha inizio in corrispondenza della rotatoria tra la S.S. n.73, la S.S. n.715 e la S.P. n.136, oggetto di adeguamento progettuale, della quale costituisce il braccio di uscita in direzione della S.S. n.223. Il tracciato planimetrico ha inizio con una prima curva in destra di raggio pari a 34.50m in uscita dalla rotatoria, e prosegue con una serie di curve in destra e in sinistra di raggio pari a 149.50m e 450.50m nel tratto di sovrapposizione al sedime stradale esistente; nel tratto successivo il tracciato prosegue con un rettilineo di lunghezza pari a 29.39m collegato ad una successiva curva in destra di raggio pari a 90m che porta il tracciato in prossimità delle carreggiate dell'asse principale. Con un rettilineo di lunghezza pari a 12.39m e una curva in sinistra di raggio pari a 70m, il tracciato sottopassa le due carreggiate dell'asse principale nel tratto in viadotto, e con un ultimo rettilineo di lunghezza pari a 36.64m e una curva in destra di raggio pari a 119m si innesta sul tracciato della carreggiata Est Grosseto – Fano. Il tracciato altimetrico è costituito da una prima livelletta con pendenza del 1.81% collegata alla successiva con pendenza del 3.18% da un raccordo verticale concavo di R=1320m; nel tratto successivo il tracciato si innalza rispetto al piano viabile esistente con una livelletta di pendenza pari al 4.50% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=2000m. Con una successiva livelletta di pendenza pari al 4.99% collegata alla precedente da un raccordo verticale concavo di R=1175m, il tracciato sottopassa le due carreggiate dell'asse principale per poi innestarsi sul piano stradale della carreggiata Est Grosseto – Fano con una prima livelletta di pendenza pari al 0.54% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=2000m e da un'ultima con pendenza del 0.96% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=5000m. Si evidenziano di seguito gli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	ARCO	0	18,727	18,727	-	34.500
2	ARCO	18,727	57,630	38,903	-	149.500
3	ARCO	57,630	113,275	55,645	-	450.500
	CLOTOIDE	113,275	164,762	51,487	152.298	-
4	RETTIFILO	164,762	194,149	29,387	-	-
	CLOTOIDE	194,149	251,208	57,058	71.661	-
5	ARCO	251,208	275,470	24,263	-	90.000

	CLOTOIDE	275,470	329,915	54,444	70.000	-
6	RETTIFILO	329,915	342,305	12,390	-	-
	CLOTOIDE	342,305	412,305	70,000	70.000	-
7	ARCO	412,305	456,107	43,802	-	70.000
	CLOTOIDE	456,107	517,596	61,489	65.607	-
8	RETTIFILO	517,596	554,239	36,643	-	-
	CLOTOIDE	554,239	592,141	37,902	67.159	-
9	ARCO	592,140	597,052	4,911	-	119.000
	CLOTOIDE CONT.	597,052	646,401	49,349	93.823	-
10	ARCO	646,401	646,401	0	-	357.500

Tabella 45 – Caratteristiche planimetriche rampa Siena - Fano

Si evidenziano di seguito gli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	A	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1320	-1,81	3,18	4,99	65,93	1119,12	185,04	60,00	1000	OK
2	D	2000	3,18	-4,50	-7,68	153,70	197,97	351,63	60,00	2000	OK
3	S	1175	-4,50	-4,99	9,49	111,61	357,82	469,38	58,80	1000	OK
4	D	2000	-4,99	-0,54	-5,54	110,78	471,55	582,29	60,00	2000	OK
5	D	5000	-0,54	-0,96	-0,41	20,68	589,05	609,73	60,00	2000	OK

Tabella 46 – Caratteristiche altimetriche rampa Fano - Firenze

La **rampa Fano – Siena** di sviluppo complessivo pari a 473.35m, si stacca dal piano viabile della nuova carreggiata Ovest Fano – Grosseto e si innesta nella rotatoria tra la S.S. n.73, la S.S. n.715 e la S.P. n.136, di cui ne costituisce con la rampa Grosseto – Siena il braccio di ingresso. Il tracciato planimetrico è quindi costituito da una prima curva in destra di raggio pari a 100m dove è localizzato il nuovo ponte di sviluppo pari a 50m, e prosegue in direzione della rotatoria con un breve rettilo di lunghezza pari a 3.59m e da una seconda curva in sinistra di raggio pari a 120m, in questo tratto il tracciato si sovrappone al sedime stradale esistente e prosegue nella stessa direzione con un breve rettilo di lunghezza pari a 3.03m e da una curva in sinistra di raggio pari 450m; la parte terminale del tracciato si innesta nella rotatoria oggetto di adeguamento, con una prima curva in sinistra di raggio pari a 100m, un rettilo di lunghezza da 23.59m e da un'ultima curva in destra di raggio pari a 26m. Il tracciato altimetrico ha inizio dal sedime della carreggiata Ovest Fano – Grosseto al quale si sovrappone con una prima livelletta di pendenza pari a 2.50% per poi staccarsi con una successiva livelletta con pendenza del 3.98% collegata alla precedente da un raccordo verticale concavo di R=1385m. Il tracciato prosegue in direzione della rotatoria con una livelletta di pendenza pari al 6% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=2000m, in questo tratto è ubicato il nuovo ponte di luce pari a 50m; nel tratto successivo il tracciato si sovrappone al sedime stradale esistente con una livelletta di pendenza pari al 1.82% collegata alla precedente da un raccordo verticale concavo di R=1400m, per poi innestarsi in rotatoria con una prima livelletta di pendenza pari al 2.22% collegata alla precedente da un raccordo verticale concavo di R=6000, e da un'ultima livelletta di pendenza pari al 0.85% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=2000m. Si evidenziano di seguito gli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	ARCO	0	0	0	-	427,500
	CLOT. FLESSO E	0	16,811	16,811	84,774	-
	CLOT. FLESSO U	16,811	88,678	71,867	84,774	-
2	ARCO	88,678	115,946	27,268	-	100

	CLOTOIDE	115,946	165,806	49,859	70,611	100
3	RETTIFILO	165,806	169,397	3,591	-	-
	CLOTOIDE	169,397	206,805	37,408	67	-
4	ARCO	206,805	238,460	31,655	-	120
	CLOTOIDE	238,460	275,868	37,408	67	120
5	RETTIFILO	275,868	278,894	3,026	-	-
	CLOTOIDE	278,894	332,283	53,389	155,000	-
6	ARCO	332,283	427,322	95,038	-	450,000
7	ARCO	427,322	444,488	17,166	-	100,000
8	RETTIFILO	444,488	468,076	23,589	-	-
9	ARCO	468,076	473,352	5,276	-	26,000

Tabella 47 – Caratteristiche planimetriche rampa Fano - Siena

Si evidenziano di seguito gli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	A	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1385	2,50	3,98	1,48	20,55	14,97	35,52	60,00	1000	OK
2	D	2000	3,98	-6,00	-9,98	199,69	35,53	235,12	60,00	2000	OK
3	S	1400	-6,00	1,81	7,82	109,48	246,17	355,60	60,00	1000	OK
4	S	6000	1,81	2,22	0,40	24,29	396,62	420,91	46,80	750	OK
5	D	2000	2,22	0,85	-1,38	27,51	433,59	461,10	38,32	1000	OK

Tabella 48 – Caratteristiche altimetriche rampa Fano - Siena

La **rampa Siena – Grosseto** di sviluppo complessivo pari a 412.69m, si stacca dalla vicina rampa Siena - Fano per innestarsi con percorso parzialmente su viadotto nella carreggiata Ovest Fano – Grosseto. Il tracciato planimetrico ha come primo elemento un rettilineo di lunghezza pari a 93.48m affiancato al sedime della rampa Siena – Fano e collegato ad una curva in destra di raggio pari a 70.20m; il tracciato termina innestandosi con un'ultima curva in destra di raggio pari a 472,50m sul tracciato della carreggiata Ovest Fano – Grosseto. In quest'ultima parte il tracciato della rampa e su viadotto per potersi innestare su analoga opera presente nella carreggiata dell'asse principale. Il tracciato altimetrico conserva nella parte iniziale l'altimetria della rampa Siena – Fano costituita da una livelletta di pendenza pari a 1.81% collegata con un raccordo verticale concavo di R=1450m ad una successiva di pendenza pari a 5%; nel tratto successivo con una livelletta di pendenza pari al 7% collegata alla precedente da un raccordo verticale concavo di R=3000m il tracciato si porta su viadotto. Nel tratto finale con una serie di livellette con pendenze del 5% e 3.56% collegate da raccordi verticali convessi di R=2000m e R=8000m, il tracciato altimetrico della rampa si innesta sul piano viabile della carreggiata Fano – Grosseto. Si evidenziano di seguito gli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	RETTIFILO	0	93,4851	93,485	-	-
	CLOTOIDE	93,4851	163,644	70,158	70,179	-
2	ARCO	163,6425	257,417	93,775	-	70,200
	CLOTOIDE CONT.	257,4175	318,367	60,950	70,890	-
3	ARCO	318,367	412,690	94,323	-	472,500

Tabella 49 – Caratteristiche planimetriche rampa Siena - Grosseto

Si evidenziano di seguito gli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	A	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1450	-1,81	5,00	6,81	98,84	11,92	98,81	60,00	1000	OK
2	S	3000	5,00	7,00	2,00	60,11	131,50	60,00	54,58	1000	OK
3	D	2000	7,00	5,00	-2,00	40,07	203,28	40,00	50,90	1500	OK
4	D	8000	5,00	3,56	-1,44	115,19	281,63	115,09	60,00	2000	OK

Tabella 50 – Caratteristiche altimetriche rampa Siena - Grosseto

La **rampa Grosseto – Siena** di sviluppo pari a 926.08m, consente l'uscita dalla carreggiata Est Grosseto – Fano (anch'essa su viadotto) con un tracciato planimetrico contraddistinto da una prima curva in destra di raggio pari a 180m e da un successivo rettilineo di lunghezza pari a 71.67m; la successiva curva in sinistra di raggio pari a 70m consente al tracciato di portarsi in trincea e di sottopassare con una nuova opera di progetto (sottovia di lunghezza pari a 60m) le carreggiate dell'asse principale. Il tracciato una volta invertita la direzione procede in direzione della rotatoria con un breve rettilineo di lunghezza pari a 5.22m collegato ad una curva in destra di raggio pari a 95m, che porta il tracciato nel tratto in cui unendosi alla rampa Fano - Siena si innesta nella rotatoria. In questo tratto il tracciato planimetrico è costituito da una serie di elementi definiti rispettivamente da un rettilineo di lunghezza 15.83m, da una curva in sinistra di raggio pari a 129m, da un rettilineo di lunghezza 4.30m, da due curve in sinistra di raggio pari a 276.49m e 446.50m, da una curva in destra di raggio pari a 113.50m, da un rettilineo di lunghezza pari a 23.69m e da un'ultima curva in sinistra di raggio pari a 23.00m che si innesta sul piano viabile della rotatoria. Il tracciato altimetrico ha inizio con una prima livelletta di pendenza pari a 4.42% collegata con un raccordo verticale convesso di R=2000m ad una seconda livelletta con pendenza del 6% dove è ubicato il viadotto della rampa. Con un raccordo verticale concavo di R=1000m collegato alla successiva livelletta con pendenza del 5%, avviene il sottopassaggio (nuova sottovia di progetto di lunghezza pari a 60m) alle carreggiate dell'asse principale, il tracciato altimetrico prosegue quindi in direzione della rotatoria portandosi in rilevato con una livelletta di pendenza pari al 4.47% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=2000m. La parte finale del tracciato altimetrico si collega alla livelletta della rampa Fano – Siena per immettersi nella rotatoria, è quindi costituito da una livelletta con pendenza del 1.88% collegata alla precedente da un raccordo verticale concavo di R=1300m, da una successiva livelletta con pendenza del 2.19% collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=2000m, e infine da un'ultima livelletta con pendenza del 1.12% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=2055m. Si evidenziano di seguito gli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Identificativo Elemento	Tipo Elemento	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro Clotoide [m]	Raggio [m]
1	RETTIFILO	0	1,963	1,963	-	-
	CLOTOIDE	1,9631	29,968	28,006	71	-
2	ARCO	29,969	59,945	29,977	-	180
	CLOTOIDE	59,945	109,873	49,928	94,8	180
3	RETTIFILO	109,873	181,543	71,670	-	-
	CLOTOIDE	181,543	251,533	69,991	70,000	-
4	ARCO	251,533	418,898	167,364	-	70,000
	CLOTOIDE	418,898	488,889	69,991	70,000	-
5	RETTIFILO	488,888	494,111	5,2221	-	-
	CLOTOIDE	494,111	545,690	51,579	70	-
6	ARCO	545,690	574,850	29,160	-	95,000
	CLOTOIDE	574,849	625,111	50,261	69,100	-
7	RETTIFILO	625,111	640,940	15,830	-	-
	CLOTOIDE	640,940	684,336	43,396	74,820	-

8	ARCO	684,336	696,940	12,604	-	129
	CLOTOIDE	696,940	738,898	41,958	73,570	-
9	RETTIFILO	738,898	743,197	4,299	-	-
	CLOTOIDE	743,197	787,856	44,659	111,12	-
10	ARCO	787,856	806,303	18,446	-	276,489
	CLOTOIDE CONT.	806,303	839,605	33,302	155,506	-
11	ARCO	839,605	874,975	35,370	-	446,500
12	ARCO	874,975	893,675	18,700	-	113,500
13	RETTIFILO	893,675	919,365	25,690	-	-
14	ARCO	919,365	926,080	6,715	-	23,000

Tabella 51 – Caratteristiche planimetriche rampa Grosseto - Siena

Si evidenziano di seguito gli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	A	Vp	Rv min	VERIFICA
1	D	2000	-4,42	-6,00	-1,58	31,59	24,17	55,72	60,00	2000	OK
2	S	1000	-6,00	5,00	11,00	110,06	303,11	413,11	48,38	750	OK
3	D	2000	5,00	-4,47	-9,47	189,54	531,81	721,28	60,00	2000	OK
4	S	1300	-4,47	1,88	6,32	82,62	722,26	804,85	60,00	1000	OK
5	D	2000	1,88	2,19	0,31	6,26	860,32	866,58	42,42	1500	OK
6	D	2055	2,19	1,12	-1,12	23,10	885,76	908,85	36,47	1000	OK

Tabella 52 – Caratteristiche altimetriche rampa Grosseto - Siena

Per la verifica di ottemperanza agli standard normativi degli elementi planimetrici delle rampe dello svincolo di Ruffolo si rimanda ai relativi tabulati allegati alla presente relazione.

5.4.2.2 Diagrammi di velocità e visibilità

Per ciascun ramo di svincolo sono stati realizzati diagrammi analoghi a quelli presentati nei paragrafi precedenti, dai quali è possibile evincere in particolare il diagramma delle velocità e quello delle visibilità, realizzato quest'ultimo come da prescrizioni della normativa per la sola distanza di visibilità per l'arresto e in ambo le direzioni nel caso di rampe a doppio senso di percorrenza.

Tali diagrammi, realizzati dal software di progettazione sono riportati in appositi elaborati (T00SV02TRADG01-02); da essi è possibile ricavare come tutte le prescrizioni normative siano state rispettate.

Si sottolinea, inoltre, come al fine di rispettare le condizioni imposte dal controllo sulle distanze di visibilità si sia provveduto a realizzare opportuni allargamenti nelle zone più critiche. Le verifiche riportate in elaborato sono state effettuate in riferimento al layout definitivo comprendente anche i suddetti allargamenti.

Si evidenziano di seguito gli allargamenti introdotti per le rampe dello svincolo di Ruffolo

- Rampa Siena-Fano Curva 4 (raggio 90): da pk 0+226,94 a pk 0+276,05 - valore max 1,30 m - Curva 5 (raggio 70): da pk 0+368,71 a pk 0+468,90 - valore max 1,79 m
- Rampa Siena-Grosseto Curva 1 (raggio 70,20): da pk 0+126,82 a pk 0+251,03 – valore max 1,06 m
- Rampa Fano-Siena Curva 1 (raggio 100): da pk 0+069,11 a pk 0+117,51 – valore max 1,02 m - Curva 2 (raggio 120): da pk 0+276,38 a pk 0+221,38 – valore max 1,00 m
- Rampa Grosseto-Siena Curva 2 (raggio 70): da pk 0+205,68 a pk 0+427,58 – valore max 2,05 m - Curva 3 (raggio 95): da pk 0+545,50 a pk 0+591,30 – valore max 0,91 m - Curva 4 (raggio 129) da pk 0+670,74 a pk 0+699,49 – valore max 0,27 m

5.4.2.3 Corsie Specializzate

Corsia di uscita Grosseto – Siena

La corsia di uscita Grosseto – Siena, prevede un tratto di manovra e un tratto di decelerazione che si sviluppa per la sua intera lunghezza in parallelo all'asse principale della strada per una lunghezza non inferiore a quella minima calcolata secondo le indicazioni della normativa di riferimento.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo e la relativa verifica con la soluzione progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	112
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto decelerazione richiesta	Ld,u	(m)	115
Lunghezza tratto manovra richiesta	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione richiesta	Lt	(m)	160

Lunghezza tratto decelerazione di progetto	Ld,u	(m)	275
Lunghezza tratto manovra di progetto	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione di progetto	Lt	(m)	365

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta. La scelta di adottare un valore di lunghezza più elevato rispetto al minimo calcolato è subordinata alla necessità di garantire la sussistenza delle visibilità per il cambio corsia, nonché alla volontà di mantenere costante la sezione stradale lungo l'opera d'arte.

Corsia di ingresso Siena – Grosseto

La corsia di ingresso Siena – Grosseto, composta da un tratto di manovra, un tratto di accelerazione e un tratto di immissione, si sviluppa principalmente in parallelo all'asse principale della strada e presenta una lunghezza non inferiore a quella minima calcolata secondo le indicazioni della normativa di riferimento.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo e la relativa verifica con la soluzione progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	104
Velocità di progetto asse principale (80%)	V1	(km/h)	84
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto accelerazione richiesta	La,e	(m)	134
Lunghezza tratto raccordo richiesta	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione richiesta	Lt	(m)	209

Lunghezza tratto accelerazione di progetto	La,e	(m)	160
Lunghezza tratto raccordo di progetto	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione di progetto	Lt	(m)	235

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta. La scelta di adottare un valore di lunghezza più elevato rispetto al minimo calcolato è connessa alle verifiche funzionali condotte per il tratto di immissione per le quali si rimanda allo studio di traffico allegato al progetto (elaborato

T00EG00GENRE03), nonché alla volontà di mantenere costante la sezione stradale lungo l'opera d'arte.

Corsia di ingresso Siena – Fano

La corsia di ingresso Siena – Fano, composta da un tratto di manovra, un tratto di accelerazione e un tratto di immissione, si sviluppa principalmente in parallelo all'asse principale della strada e presenta una lunghezza non inferiore a quella minima calcolata secondo le indicazioni della normativa di riferimento.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo e la relativa verifica con la soluzione progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	103
Velocità di progetto asse principale (80%)	V1	(km/h)	83
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto accelerazione richiesta	La,e	(m)	127
Lunghezza tratto raccordo richiesta	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione richiesta	Lt	(m)	202

Lunghezza tratto accelerazione di progetto	La,e	(m)	267
Lunghezza tratto raccordo di progetto	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione di progetto	Lt	(m)	342

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta. La scelta di adottare un valore di lunghezza più elevato rispetto al minimo calcolato è connessa alle verifiche funzionali condotte per il tratto di immissione per le quali si rimanda allo studio di traffico allegato al progetto (elaborato T00EG00GENRE03).

Corsia di uscita Fano – Siena

La corsia di uscita Fano – Siena, prevede un tratto di manovra e un tratto di decelerazione che si sviluppa per la sua intera lunghezza in parallelo all'asse principale della strada per una lunghezza non inferiore a quella minima calcolata secondo le indicazioni della normativa di riferimento.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo e la relativa verifica con la soluzione progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	106
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	56
Lunghezza tratto decelerazione richiesta	Ld,u	(m)	104
Lunghezza tratto manovra richiesta	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione richiesta	Lt	(m)	149

Lunghezza tratto decelerazione di progetto	Ld,u	(m)	118
Lunghezza tratto manovra di progetto	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione di progetto	Lt	(m)	163

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta. La scelta di adottare un valore di lunghezza più elevato rispetto al minimo calcolato è subordinata alla necessità di garantire la sussistenza delle visibilità

per il cambio corsia.

5.4.3 Area di Servizio carreggiata Grosseto – Fano

5.4.3.1 Corsie Specializzate

Corsia di uscita

La corsia di uscita dell'area di servizio esistente prevede un tratto di manovra e un tratto di decelerazione. La lunghezza deve non essere inferiore a quella minima calcolata dalla normativa di riferimento, precedente illustrate. Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo, e relativa verifica con la scelta progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	120
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto decelerazione richiesta	Ld,u	(m)	139
Lunghezza tratto manovra richiesta	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione richiesta	Lt	(m)	184

Lunghezza tratto decelerazione di progetto	Ld,u	(m)	168
Lunghezza tratto manovra di progetto	Lm,u	(m)	90
Lunghezza totale corsia diversione di progetto	Lt	(m)	213

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta.

La corsia di uscita dell'area di servizio futura, non prevedendo una variazione del punto di stacco, risulta essere verificata analogamente a quanto riportato sopra.

Corsia di ingresso - Area di servizio configurazione esistente

La corsia di ingresso dell'area di servizio esistente prevede un tratto di raccordo e un tratto di accelerazione. La lunghezza deve non essere inferiore a quella minima calcolata dalla normativa di riferimento, precedente illustrate.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo, e relativa verifica con la scelta progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	120
Velocità di progetto asse principale (80%)	V1	(km/h)	96
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto accelerazione richiesta	La,e	(m)	217
Lunghezza tratto raccordo richiesta	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione richiesta	Lt	(m)	292

Lunghezza tratto accelerazione di progetto	La,e	(m)	430
Lunghezza tratto raccordo di progetto	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione di progetto	Lt	(m)	505

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la

verifica cinematica risulta essere soddisfatta. Per la verifica funzionale del tratto di immissione si rimanda allo studio di traffico allegato al progetto definitivo (T00EG00GENRE03).

Corsia di ingresso - Area di servizio configurazione futura

La corsia di ingresso dell'area di servizio futura prevede un tratto di raccordo e un tratto di accelerazione. La lunghezza deve non essere inferiore a quella minima calcolata dalla normativa di riferimento, precedente illustrate.

Di seguito si riportano la tabella con i dati inerenti i calcoli per la determinazione della lunghezza minima prevista dal criterio normativo, e relativa verifica con la scelta progettuale.

Velocità di progetto asse principale	V1	(km/h)	120
Velocità di progetto asse principale (80%)	V1	(km/h)	96
Velocità di progetto rampa	V2	(km/h)	60
Lunghezza tratto accelerazione richiesta	La,e	(m)	217
Lunghezza tratto raccordo richiesta	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione richiesta	Lt	(m)	292

Lunghezza tratto accelerazione di progetto	La,e	(m)	347
Lunghezza tratto raccordo di progetto	Lv,e	(m)	75
Lunghezza totale corsia immissione di progetto	Lt	(m)	422

Essendo la lunghezza della corsia specializzata di progetto maggiore di quella minima richiesta, la verifica cinematica risulta essere soddisfatta.

5.5 Criteri progettuali delle intersezioni a rotatoria

In tabella si riportano le larghezze degli elementi modulari, come definite dal D.M. 19.04.2006:

ELEMENTO MODULARE	DIAMETRO ESTERNO DELLA ROTATORIA (m)	LARGHEZZA CORSIE (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6.00
	Compreso tra 25 e 40	7.00
	Compreso tra 14 e 25	7.00 – 8.00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9.00
	< 40	8.50 – 9.00
Bracci di ingresso (**)		3.50 per una corsia 6.00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4.00
	≥ 25	4.50

(*) : deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(**) : organizzati al massimo con due corsie.

La norma non fornisce indicazioni relativamente alle dimensioni delle banchine da prevedere nella corona rotatoria.

Per quanto riguarda la banchina esterna questa dovrebbe essere di larghezza variabile tra 1.00 e 1.50 m, da adeguare in funzione delle dimensioni delle banchine delle strade che confluiscono in rotatoria.

Per la banchina interna dovranno essere utilizzate dimensioni minime (comprese tra 0.30 e 0.50 m),

incrementabili se necessario ai fini della funzionalità della rotatoria in relazione agli ingombri dei veicoli pesanti, previa verifica del rispetto degli angoli di deflessione.

5.5.1 Geometria della rotatoria e analisi di visibilità

La regola principale per il disegno progettuale delle rotatorie riguarda il controllo della deflessione delle traiettorie in attraversamento del nodo, ed in particolare le traiettorie che interessano due rami opposti o adiacenti rispetto all'isola centrale.

Lo scopo primario delle rotatorie è un assoluto controllo delle velocità all'interno dell'incrocio ed è essenziale che la geometria complessiva impedisca valori cinematici superiori ai limiti usualmente assunti a base di progetto.

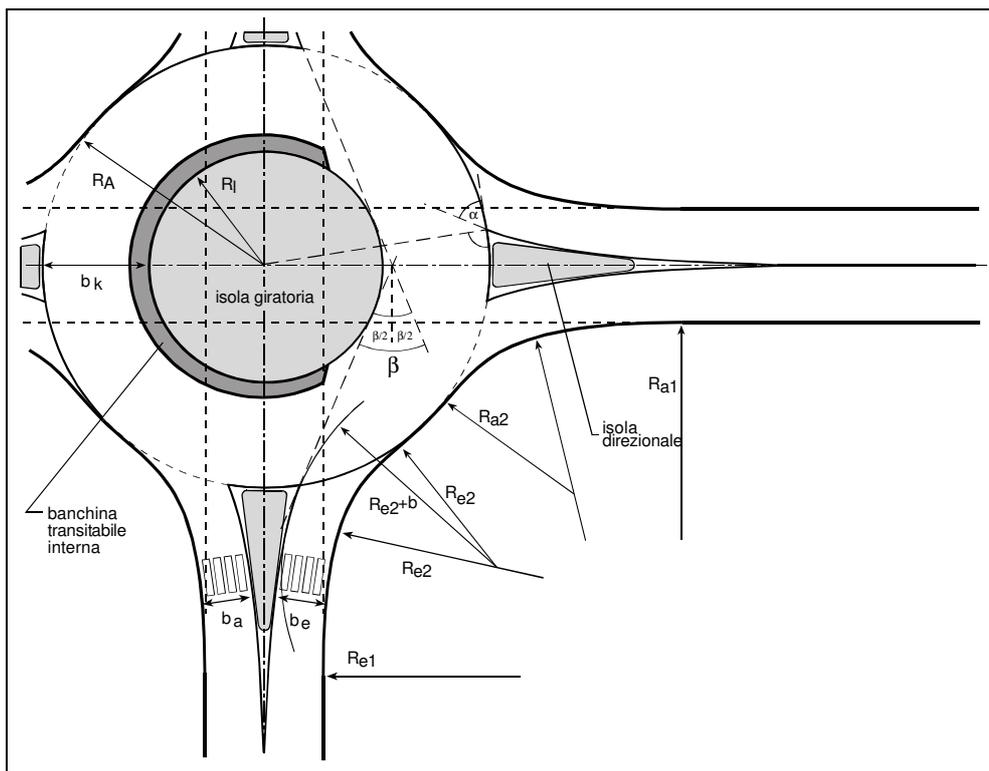


Figura 43 - Elementi di progetto delle rotatorie

in cui:

- b_e : larghezza della corsia in entrata;
- b_a : larghezza della corsia in uscita;
- b_k : larghezza dell'anello di circolazione;
- $R_{e1,2}$: raggio di entrata;
- $R_{a1,2}$: raggio di uscita;
- R_A : raggio esterno;
- R_i : raggio interno;
- α : angolo d'entrata;
- β : angolo di deviazione;
- b : arretramento di R_{e2} .

La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β (vedi Figura 43/37). La costruzione geometrica per la determinazione dell'angolo di deviazione consiste nel costruire le tangenti tra la segnaletica sinistra delle corsie lungo la traiettoria di attraversamento la rotatoria ed il ciglio dell'isola centrale. Per ciascun braccio di immissione che può essere interessato da una traiettoria di attraversamento è raccomandato un angolo β di deviazione di almeno 45° .

Per gli altri elementi geometrici i valori di riferimento, indicati dalle Normative o da criteri di buona

progettazione, sono:

- Valori Minimi Raggi di ingresso dei rami: 10m in ambito urbano e 12m in ambito extraurbano;
- Valori minimi Raggi di uscita dei rami: 12m in ambito urbano e 14m in ambito extraurbano
- angolo di entrata α : almeno 70° (se inferiore è importante garantire un angolo β sufficientemente grande) (D.M. 19.04.2006)
- angolo di deviazione β : maggiore di 45°.

Particolare attenzione è stata portata alle condizioni di visibilità degli utenti confluenti nella rotatoria, i conducenti che si approssimano all'intersezione devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; a tal fine sarà necessario quindi garantire una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, posizionando l'osservatore a quindici metri dalla segnaletica che delimita la banchina esterna della rotatoria.

5.6 Caratteristiche progettuali delle intersezioni a rotatoria

L'adeguamento della **rotatoria** esistente tra la S.S. n.73, la S.S. n.715 e la S.P. n.136, localizzata in corrispondenza del Comando dei Vigili del Fuoco di Siena, prevede una nuova geometrizzazione dell'intero nodo conforme alla normativa vigente (D.M. 19.04.2006), e la realizzazione di un nuovo manufatto idraulico per il torrente Riluogo in luogo dell'attuale opera di cui si prevede la dismissione. In riferimento alle dimensioni geometriche del diametro esterno è classificabile come "rotatoria convenzionale". Il diametro della circonferenza esterna è quindi pari a 50m e il raggio giratorio esterno è di 25m.

Gli elementi planimetrici di tracciato che la costituiscono hanno le seguenti caratteristiche:

- Diametro circonferenza esterna $D_e=50.00m$;
- Raggio giratorio interno $R_{gi}=15.00m$;
- Raggio giratorio esterno $R_{ge}=25.00m$;
- Raggio di entrata bracci di ingresso $R_e= 14.50m - 25.00m$;
- Raggio di uscita bracci di uscita $R_u=15.50m - 77.00m$.
- La pendenza trasversale della rotatoria è prevista verso l'esterno con valore pari al 1.50%.

La piattaforma stradale è costituita dai seguenti elementi:

- Larghezza corsie nella corona rotatoria $L=9.00m$;
- Larghezza corsia braccio di ingresso $L=3.00m - 6.00m$;
- Larghezza corsia braccio di uscita $L=4.50m$;

L'andamento altimetrico presenta una configurazione variabile in quanto vincolato dalle quote delle viabilità afferenti all'intersezione, nello specifico sono previste n. 2 livellette con pendenze del 1.30% e 2.50% collegate da un raccordo verticale concavo di $R=600m$ e da un raccordo verticale convesso di $R=650m$.

La pavimentazione, in analogia a quanto previsto per le rampe di svincolo, è costituita da un pacchetto dello spessore complessivo di 57cm, che partendo dal piano di posa è costituito da un primo strato di sottofondazione in misto granulare stabilizzato (spessore 15cm), un secondo strato di fondazione in misto granulare cementato (spessore 20cm), un terzo strato di base in conglomerato bituminoso (spessore 12cm), un quarto strato di collegamento in conglomerato bituminoso - binder (spessore 6cm) e un ultimo strato di usura drenante (spessore 4cm).

Come anticipato nel capitolo 5.5.1 si è proceduto con le verifiche di sicurezza in riferimento al D.M. 19 aprile 2006.

La prima analisi eseguita riguarda la verifica della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Tale criterio è teso a verificare che i veicoli che attraversano un'intersezione a rotatoria

vengano deviati per mezzo dell'isola centrale imponendo loro di compiere la manovra ad una velocità adeguata. La valutazione del valore della deviazione è stata effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β . È raccomandato che tale angolo abbia un valore almeno pari a 45° . Nel caso specifico, le traiettorie soggette a verifica hanno riportato valori minimi di angolo di deviazione pari a 64° , in linea con i minimi normativi richiesti, unica eccezione riguarda la traiettoria in attraversamento per i veicoli provenienti dalle rampe di svincolo (nella direzione est – ovest) dove il valore dell'angolo risulta pari a 26° . Si ritiene, tuttavia, che tale valore sia in ogni caso accettabile in quanto comunque impone all'utente una deflessione (come imposto dalla normativa) e che il suo essere leggermente inferiore rispetto al valore ottimale suggerito, non possa ridurre o compromettere le condizioni di sicurezza della nuova intersezione, in quanto la velocità in attraversamento per i veicoli in ingresso provenienti dalle rampe di svincolo (braccio est) risulta già condizionata dalla configurazione planimetrica del braccio ovest in uscita che, con il suo raggio di curvatura ridotto, impone all'utente una forzata riduzione della velocità di percorrenza.

Si evidenzia di seguito lo schema grafico per la verifica dell'angolo di deviazione.

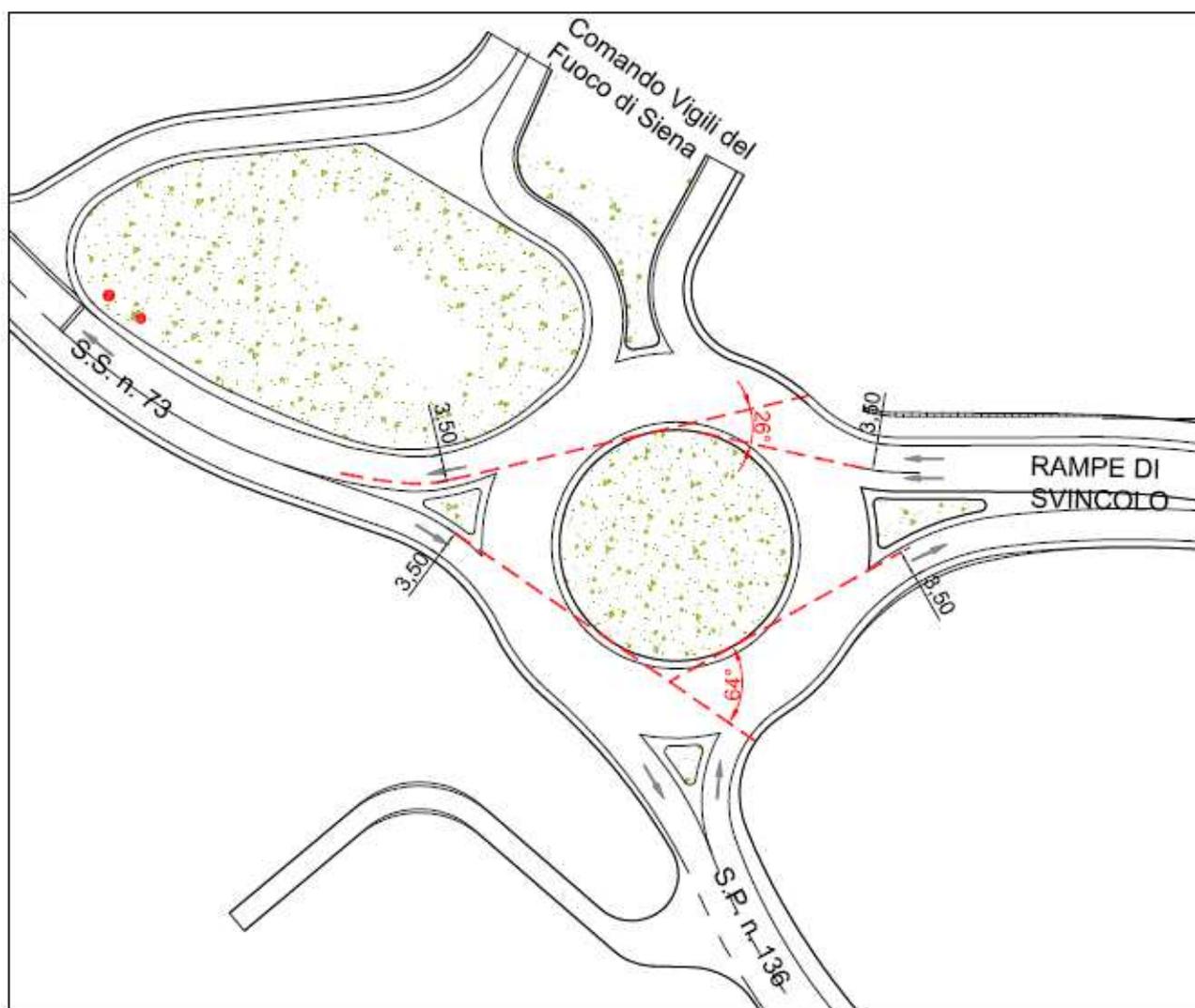


Figura 44 – Verifica angolo di deviazione – Rotatoria di Progetto

La seconda analisi eseguita si riferisce alla verifica per la visibilità negli incroci a rotonda, lo 80

stesso D.M. 2006 prevede che i conducenti che si avvicinano all'intersezione devono poter vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale per cedere ad essi la precedenza o fermarsi. Per tale scopo, è necessaria una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dell'intero sviluppo dell'anello. L'osservatore viene posizionato a 15m dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

Si evidenzia di seguito lo schema grafico delle verifiche per la visibilità, dal quale si evince il pieno rispetto della normativa vigente.

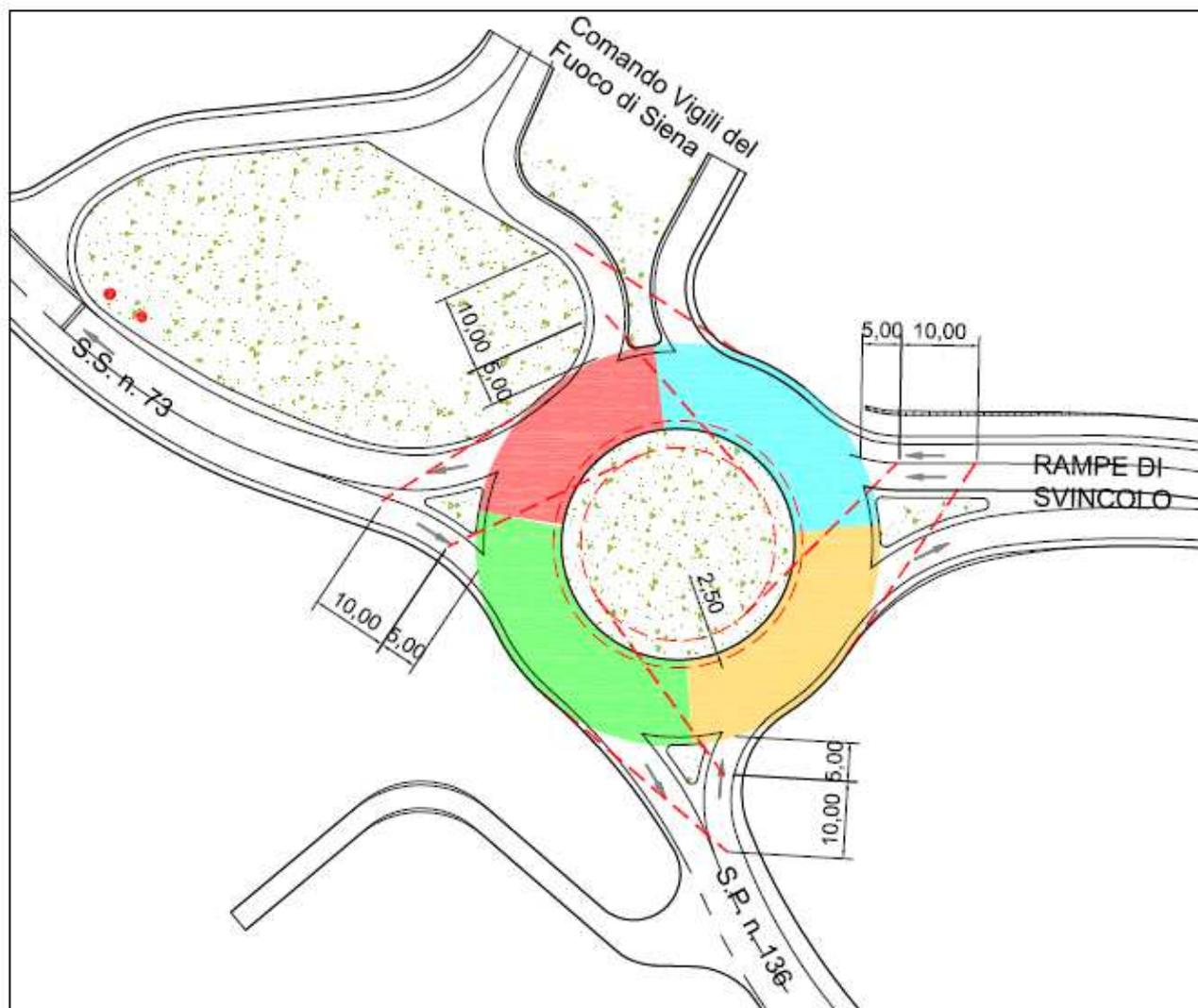


Figura 45 – Verifica visibilità – Rotatoria di Progetto

Le viabilità che confluiscono nella rotonda determinandone i quattro bracci, sono per la porzione ad est caratterizzate dalle parti estreme delle rampe di svincolo descritte nei capitoli precedenti (rampa Siena – Fano, rampa Fano – Siena e rampa Grosseto – Siena), per la porzione a nord dalla viabilità di accesso al Comando dei Vigili del Fuoco di Siena, e per le porzioni a ovest e a sud dalle deviazioni della S.S. n.73 e della S.P. n.136.

La viabilità di accesso al Comando dei Vigili del Fuoco di Siena è caratterizzata da due rampe distinte con sezione stradale di larghezza complessiva pari a 5.50m che si innestano nella porzione a nord dell'anello giratorio con curve di raggio pari a 10m e 12m; altimetricamente mantengono l'andamento del piano viabile esistente.

La **deviazione della S.P. n.136 (intervento denominato RAMO A)** è catalogata nel PUMS di Siena come strada di tipo F-Locale extraurbana. Ha uno sviluppo complessivo pari a 129.58m ed è localizzata nella porzione a sud della rotatoria. Il tracciato planimetrico presenta una curva in destra di raggio pari a 80m da cui si stacca dal sedime stradale esistente per innestarsi ed allinearsi al centro della rotatoria. L'andamento altimetrico è costituito da una prima livelletta con pendenza del 0.82% che si collega alla successiva di pendenza pari al 3% con un raccordo verticale convesso di R=1500m; un'ultima livelletta con pendenza del 1.62% innesta il tracciato altimetrico sul piano viabile della rotatoria

La sezione stradale in analogia con le caratteristiche geometriche del tratto esistente presenta una larghezza complessiva di pavimentato pari a 8.00, e costituita da due corsie da 3.50m e da banchine laterali da 0.50m. La pendenza trasversale della strada a doppia falda è prevista con pendenza del 2.5% in rettilo, in curva raggiunge un valore massimo del 7%. Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli laterali di larghezza pari a 1.75m; le scarpate in rilevato e in trincea sono profilate con identica pendenza pari a 2/3.

La pavimentazione in analogia a quanto previsto per le rampe di svincolo e la rotatoria sopra descritta è costituita da un pacchetto dello spessore complessivo di 57cm, che partendo dal piano di posa è costituito da un primo strato di sottofondazione in misto granulare stabilizzato (spessore 15cm), un secondo strato di fondazione in misto granulare cementato (spessore 20cm), un terzo strato di base in conglomerato bituminoso (spessore 12cm), un quarto strato di collegamento in conglomerato bituminoso - binder (spessore 6cm) e un ultimo strato di usura drenante (spessore 4cm).

La **deviazione della S.S. n.73 (intervento denominato RAMO B)** è catalogata nel PUMS come strada di tipo C – Extraurbana secondaria. Ha uno sviluppo complessivo pari a 179,66m ed è localizzata nella porzione ad ovest della rotatoria; il tracciato planimetrico presenta nel tratto iniziale un primo rettilo di lunghezza pari a 4.04m collegato ad una curva in destra di raggio 140m; una seconda curva in sinistra di raggio pari a 75m porta il tracciato ad allinearsi ed innestarsi al centro della rotatoria con un ultimo rettilo di lunghezza pari a 41.05m. L'andamento altimetrico presenta una prima livelletta con pendenza del 2.34% che collegandosi con un raccordo verticale concavo di R=2400m alla successiva livelletta di pendenza pari a 1.50% innesta il tracciato al piano viabile della rotatoria.

Anche per questa viabilità la sezione stradale rispetta le caratteristiche geometriche del tratto esistente, caratterizzata da una larghezza complessiva di pavimentato pari a 9.00m composta da due corsie da 3.50m e da banchine laterali da 1.00m. La pendenza trasversale della strada a doppia falda è prevista con pendenza del 2.5% in rettilo, in curva raggiunge un valore massimo del 7%. Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli laterali di larghezza pari a 1.75m; le scarpate in rilevato e in trincea sono profilate con identica pendenza pari a 2/3.

La pavimentazione in analogia a quanto previsto per le rampe di svincolo e la rotatoria sopra descritta è costituita da un pacchetto dello spessore complessivo di 57cm, che partendo dal piano di posa è costituito da un primo strato di sottofondazione in misto granulare stabilizzato (spessore 15cm), un secondo strato di fondazione in misto granulare cementato (spessore 20cm), un terzo strato di base in conglomerato bituminoso (spessore 12cm), un quarto strato di collegamento in conglomerato bituminoso - binder (spessore 6cm) e un ultimo strato di usura drenante (spessore 4cm).

In corrispondenza del tratto di innesto in rotatoria è prevista la deviazione della strada vicinale esistente denominata strada Certosa al fine di renderla compatibile con l'ubicazione della nuova rotatoria. Tale viabilità presenta una larghezza complessiva di 4.00m e con un tracciato di sviluppo complessivo pari a circa 70m si riconnette al sedime esistente in prossimità del manufatto esistente della linea ferroviaria Empoli – Siena.

5.7 Caratteristiche progettuali delle viabilità interferite

Nelle aree di svincolo sono presenti delle viabilità locali di piccola entità che permettono sia gli accessi privati delle varie attività produttive e commerciali presenti, che le connessioni vicinali con le aree agricole adiacenti le aree di intervento. Di seguito si evidenziano le viabilità oggetto

d'intervento:

- Deviazione strada di Cerchiaia (accesso Ads Gas);
- Ripristino accesso proprietà zona Galleria San Lazzerio;
- Nuova strada di accesso aree interne Svincolo di Ruffolo;
- Deviazioni strade poderali Svincolo di Ruffolo (strade poderali 1 e 5);
- Deviazione strada poderale Svincolo di Cerchiaia (strada poderale 7);
- Deviazioni strade poderali in affiancamento al tracciato principale (strade poderali n.2-3-4-6)

5.7.1 Deviazione strada di Cerchiaia (accesso Ads Gas)

Nell'area dello svincolo di Cerchia si segnala la presenza della strada denominata "di Cerchiaia" che funge da viabilità di accesso all'area di servizio gas localizzata in prossimità dell'attuale rampa Firenze – Grosseto, sotto i viadotti delle stesse rampe. Per questa viabilità si prevede una opportuna deviazione al fine di contestualizzarla con le opere previste in progetto.

L'intervento riguarda l'adeguamento di una strada già esistente con la finalità di ripristinare l'accesso ad un esercizio commerciale ed è dunque classificabile come strada locale a destinazione particolare. In quanto tale il tracciato non ricade nel campo di applicazione della normativa di riferimento (D.M. 5.11.2001).

Il nuovo assetto piano altimetrico della deviazione risulta pesantemente vincolato da una serie di elementi esterni ai quali si deve obbligatoriamente adeguare, quali la vicinanza con il torrente Tressa, il mantenimento del manufatto esistente sullo stesso torrente localizzato in prossimità dell'accesso all'area di servizio Gas, e la presenza delle pile del nuovo viadotto di progetto; un insieme di elementi che quindi ne condiziona fortemente la geometrizzazione.

Il tracciato planimetrico di sviluppo complessivo pari a 336.37m, ha inizio in corrispondenza della rotatoria esistente e con un primo rettilineo di lunghezza pari a 81.53m si sovrappone al sedime esistente; procedendo in direzione dell'area di svincolo il tracciato con una prima curva in destra di raggio pari a 22m e in sinistra di raggio pari a 20m collegate da un rettilineo di lunghezza 19.47m, sottopassa con un nuovo manufatto la rampa di svincolo Grosseto – Firenze. Il tracciato prosegue con un rettilineo di lunghezza pari a 15.92m collegato alla successiva curva in destra di raggio pari a 25m; con un rettilineo di lunghezza pari a 24.27m seguito da una curva in sinistra di raggio pari a 46m, si affianca alle pile del nuovo viadotto dell'asse principale, per poi proseguire con un rettilineo di lunghezza pari a 89.33m seguito da un'ultima curva in sinistra di raggio pari a 20m che porta il tracciato sul sedime del manufatto esistente sul torrente Tressa dove con un ultimo rettilineo di lunghezza pari a 28.44m ha termine il tracciato. Il tracciato altimetrico è costituito da una prima livelletta con pendenza del 0.61% collegata da un raccordo altimetrico concavo di R=2170m ad una successiva con pendenza del 0.05%; nel tratto successivo il tracciato si porta in trincea per sottopassare con un nuovo manufatto la nuova rampa di progetto Grosseto – Firenze, tale tratto è contraddistinto da un primo raccordo verticale convesso di R=350m collegato ad una livelletta con pendenza del 8% che si collega con un raccordo verticale concavo R=415m, alla seguente con pendenza del 9.50m. In questo tratto il tracciato altimetrico con una livelletta di pendenza pari al 9% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=360m, si riporta a piano campagna per affiancarsi alla pila del nuovo viadotto di progetto; il tracciato termina in corrispondenza del manufatto esistente sul torrente Tressa con una livelletta finale di pendenza pari al 8.52% collegata alla precedente da un raccordo verticale concavo di R=325m.

La sezione stradale di larghezza complessiva di pavimentato pari a 6.00m, è costituita da due corsie di larghezza pari a 3.00m. La pendenza trasversale della strada a "schiena d'asino" è prevista con pendenza del 2.5% in rettilineo, in curva si mantiene lo stesso valore su unica falda. Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli laterali di larghezza pari a 1.00m; le scarpate in rilevato e in trincea sono profilate con identica pendenza pari a 2/3. È previsto l'inserimento di muri laterali nei tratti di approccio al nuovo manufatto di sottopasso alla rampa Grosseto – Firenze.

La pavimentazione è costituita da un pacchetto dello spessore complessivo di 47cm, che partendo dal piano di posa è costituito da un primo strato di fondazione in misto granulare stabilizzato (spessore 30cm), un secondo strato di base – tout venant (spessore 10cm), un terzo strato di collegamento - binder (spessore 4cm) e un ultimo strato di usura (spessore 3cm).

5.7.2 Ripristino accesso proprietà zona Galleria San Lazzero

L'intervento in esame si rende necessario al fine di preservare l'attuale accesso alla proprietà ubicata in fregio alla nuova carreggiata Est Grosseto – Fano di progetto e alla strada Massetana Romana sulla quale si innesta. La nuova deviazione durante la fase dei lavori per la realizzazione della nuova galleria San Lazzero sarà utilizzata parzialmente come viabilità di cantiere per poter raggiungere l'area di imbocco della stessa galleria. Il tracciato planimetrico di sviluppo complessivo pari a 121.36m, ha inizio in corrispondenza dell'attuale innesto sulla strada Massetana Romana con un primo rettilineo di lunghezza pari a 69.76m seguito da una curva destra di raggio pari a 50m; il tracciato prosegue con un successivo rettilineo di lunghezza pari a 8.10m e con un'ultima curva in destra di raggio pari a 50m. Il tracciato altimetrico che si snoda inizialmente sull'attuale percorso presenta una livelletta con pendenza del 10% che si conclude con un raccordo verticale convesso di R=400m. La sezione stradale si riferisce ad una viabilità vicinale, con una larghezza complessiva di pavimentato pari a 4.00m. La pendenza trasversale monofalda è prevista del 2.5%. Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli laterali di larghezza pari a 0.50m; le scarpate in rilevato sono profilate con pendenza pari a 2/3. La pavimentazione è costituita da un unico strato di misto granulare stabilizzato dello spessore di 30cm.

5.7.3 Nuova strada di accesso aree interne Svincolo di Ruffolo

Nell'area dello svincolo di Ruffolo si segnala la presenza di una viabilità vicinale a servizio privato per le attività produttive presenti, che è collegata direttamente alla S.S. n.715 con un accesso diretto. Per tale percorso si prevede una opportuna deviazione al fine di contestualizzarla con le opere previste in progetto. A tal fine sono previste due interventi viari, il primo di nuova realizzazione (SR1) permette il collegamento con la vicina S.P. n.136 attraverso lo scavalco del fosso Rilugog con un nuovo manufatto, il secondo (SR2) collegato al precedente rappresenta un adeguamento in sede dell'attuale percorso vicinale. Il tracciato planimetrico del primo intervento (SR1) ha inizio dall'innesto sulla S.S. n.715 dalla quale si stacca con un rettilineo di lunghezza pari a 61.33m e prosegue in direzione est con una curva in sinistra di raggio pari a 200m e con un ultimo rettilineo di lunghezza pari a 53.59m. Il tracciato altimetrico si stacca dal sedime della S.S. n.136 con una livelletta di pendenza pari al 0.86% , la livelletta successiva con pendenza del 5.78% è collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=595m; il tracciato termina con un'ultima livelletta con pendenza del 0.83% collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=250m. Il tracciato planimetrico del secondo intervento (SR2) si snoda in direzione est – ovest con un primo rettilineo di lunghezza pari a 39.80m collegato ad una serie di curve in sinistra e in destra di identico raggio pari a 20m; un successivo rettilineo di lunghezza pari a 22.77m si collega ad una seconda serie di curve in destra e sinistra anch'esse di identico raggio pari a 20m, per poi concludersi con un'ultimo rettilineo di lunghezza pari a 56.68m. Il relativo tracciato altimetrico risulta sostanzialmente appoggiato al piano campagna esistente, ed è costituito da n.4 livellette con pendenze pari al 1.57%, 1.22%, 3.69% e 0.63%, collegate con raccordi altimetrici concavi e convessi di raggi rispettivamente pari a R=1000m, R=1400m ed R=700m.

La sezione stradale del primo intervento (SR1) presenta una larghezza complessiva di pavimentato pari a 6.50m, costituita da due corsie di larghezza pari a 3.25m. La pendenza trasversale della strada a "schiena d'asino" è prevista con pendenza del 2.5% in rettilineo, in curva si mantiene lo stesso valore su unica falda. Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli laterali di larghezza pari a 1.00m; le scarpate in rilevato sono profilate con pendenza pari a 2/3. La pavimentazione è costituita da un pacchetto dello spessore complessivo di 47cm, che partendo dal piano di posa è costituito da un primo strato di fondazione in misto granulare stabilizzato (spessore 30cm), un secondo strato di base – tout venant (spessore 10cm), un terzo strato di collegamento binder (spessore 4cm) e un ultimo strato di usura (spessore 3cm).

La sezione stradale del secondo intervento (SR2) si riferisce ad una viabilità vicinale, con una larghezza complessiva di pavimentato pari a 4.00m. La pendenza trasversale monofalda è prevista del 2.5%. Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli laterali di larghezza pari a 0.50m; le scarpate in rilevato sono profilate con pendenza pari a 2/3. La pavimentazione è costituita da un unico strato di misto granulare stabilizzato dello spessore di 30cm.

5.7.4 Deviazioni strade poderali Svincolo di Ruffolo (strade poderali 1 e 5)

Il presente intervento si rende necessario per garantire l'accessibilità poderale alle aree intercluse comprese tra le nuove carreggiate dell'asse principale e le nuove rampe di svincolo Grosseto- Siena e Siena – Fano. La nuova deviazione che si colloca in affiancamento alla nuova rampa Siena – Fano, permette il collegamento con la viabilità descritta nel capitolo precedente (SR2) attraverso un nuovo manufatto di scavalco del fosso Borrino. Il tracciato planimetrico di sviluppo complessivo pari a 249,26m ha inizio in corrispondenza della viabilità di progetto (SR2) ed è costituito da un primo rettilineo di lunghezza pari a 9.21m e da una successiva curva in destra di raggio pari a 500m che con un rettilineo della lunghezza di 39.32 scavalca il fosso Borrino; il tracciato piega in direzione dell'area di svincolo con una curva in sinistra di raggio pari a 10m e con un rettilineo di lunghezza pari a 39.08m collegato ad una curva in sinistra di raggio pari a 20m sottopassa il tracciato principale. Il tratto finale prevede un rettilineo con lunghezza di 15.07m che collegato ad una curva in destra di raggio pari a 23m sottopassa la rampa Fano – Siena e si conclude con un ultimo rettilineo di lunghezza pari a 23.95m. Il tracciato altimetrico presenta una prima livelletta con pendenza del 0.13% collegata da un raccordo verticale concavo di R=1000m alla successiva con pendenza del 2.29%, in questo tratto avviene lo scavalco con un nuovo manufatto del fosso Borrino attraverso una livelletta in piano che si collega alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=700m; il tracciato altimetrico prosegue con una livelletta con pendenza del 2.80% collegata alla precedente da un raccordo verticale convesso di R=400m. il tratto successivo presenta una livelletta con pendenza del 5.27% collegata alla precedente con raccordo verticale concavo di R=500m, per poi concludersi con un'ultima livelletta con pendenza del 1.00% e raccordo verticale convesso di R=200m.

La deviazione della strada poderale 5 si rende necessaria per mantenere l'attuale innesto sulla S.P.n.136, adeguandolo al nuovo schema di svincolo di progetto. Il nuovo tracciato planimetrico si sviluppa in affiancamento al sedime della S.P. n.136 per poi innestarsi sul sedime esistente in corrispondenza dell'attuale manufatto sottopassante la linea ferroviaria. Gli elementi del tracciato planimetrico prevedono curve con raggi del valore compreso tra 12.00m e 17.00m; il tracciato altimetrico presenta un andamento aderente al piano campagna esistente con livellette di pendenze comprese tra il 2.42% e il 10.00%.

La sezione stradale si riferisce ad una viabilità vicinale, con una larghezza complessiva di pavimentato è pari a 4.00m. La pendenza trasversale monofalda è prevista del 2.5%. Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli laterali di larghezza pari a 0.50m; le scarpate in rilevato sono profilate con pendenza pari a 2/3. La pavimentazione è costituita da un unico strato di misto granulare stabilizzato dello spessore di 30cm.

5.7.5 Deviazione strada poderale Svincolo di Cerchiaia (strada poderale 7)

Il presente intervento ha lo scopo di garantire sia l'accessibilità per le operazioni di manutenzione idraulica delle sponde e dell'alveo del torrente Tressa, che alle aree private localizzate a sud della rampa Firenze – Fano in corrispondenza del cavalcavia sul tracciato autostradale. Il tracciato planimetrico di sviluppo complessivo pari a 577.13m ha inizio in corrispondenza dell'attuale percorso privato a sud della rampa di svincolo Firenze – Fano, e si sviluppa in direzione nord affiancando in destra il torrente Tressa fino a sottopassare con opportuno sottovia la stessa rampa di svincolo per dirigersi in direzione ovest nell'area posta sotto il viadotto autostradale Tressa, dove si conclude raccordandosi con il sedime dell'attuale percorso. Gli elementi del tracciato planimetrico prevedono curve con raggi del valore compreso tra 15m e 110m; il tracciato altimetrico presenta un andamento aderente al piano campagna esistente con livellette di pendenze comprese tra il 0.52% e il 4.70%. Per l'accesso alla sponda opposta del torrente Tressa è prevista un'analogia viabilità poderale con sviluppo limitato al sottopassaggio della rampa Firenze – Fano.

La sezione stradale si riferisce ad una viabilità vicinale, con una larghezza complessiva di pavimentato è pari a 4.00m. La pendenza trasversale monofalda è prevista del 2.5%. Gli elementi marginali sono costituiti da arginelli laterali di larghezza pari a 0.50m; le scarpate in rilevato sono profilate con pendenza pari a 2/3. La pavimentazione è costituita da un unico strato di misto granulare stabilizzato dello spessore di 30cm.

5.7.6 Deviazioni strade poderali in affiancamento al tracciato principale (strade poderali 2-3-4-6)

Lungo il tracciato stradale sono previste una serie di deviazioni di strade poderali al fine di ripristinare gli attuali percorsi a prevalente destinazione agricola. Tali percorsi di analoghe sezioni stradali (larghezza complessiva di pavimentato è pari a 4.00m con pavimentazione costituita da un unico strato di misto granulare stabilizzato dello spessore di 30cm), presentano le seguenti caratteristiche geometriche:

- strada poderale n.2: di sviluppo complessivo pari a 667.28m, è localizzata in corrispondenza del lato sud del tracciato autostradale nel tratto compreso tra i viadotti Luglie e Valli, le curve hanno raggi di valore compreso tra 5.00m e 21.00m, le livellette presentano pendenze con valori compresi tra il 0.25% e il 5.50%;
- strada poderale n.3: di sviluppo complessivo pari a 196,71m, è localizzata in corrispondenza del lato nord del tracciato autostradale nel tratto compreso tra il viadotto Valli e l'area di servizio, le curve hanno raggi di valore compreso tra 7.00m e 21.00m, le livellette presentano pendenze con valori compresi tra il 3.05% e il 7.66%;
- strada poderale n.4: di sviluppo complessivo pari a 206.04m, è localizzata in corrispondenza del lato sud del tracciato autostradale nel tratto in corrispondenza del viadotto Ribucciano, le curve hanno raggi di valore compreso tra 22.00m e 25.00m, le livellette presentano pendenze con valori compresi tra il 0.11% e il 9.00%;
- strada poderale n.6: di sviluppo complessivo pari a 564,61m, è localizzata in corrispondenza del lato sud del tracciato autostradale nel tratto compreso tra il viadotto Valli e il viadotto Casone, le curve hanno raggi di valore compreso tra 13.00m e 28.00m, le livellette presentano pendenze con valori compresi tra il 1.14% e il 9.08%.

5.8 Verifiche visibilità accessi esistenti

Sono state eseguite le verifiche di visibilità relative ai n.2 casi esistenti localizzati nell'area dello svincolo di Ruffolo.

Il primo caso si riferisce all'adeguamento dell'accesso esistente (strada Certosa) posizionato in corrispondenza della rotatoria tra la S.S. n.73, la S.S. n.715 e la S.P. n.136 (Comando dei Vigili del Fuoco di Siena), che è oggetto di una traslazione in direzione sud al fine di renderlo compatibile con l'adeguamento della stessa rotatoria.

Il secondo caso si riferisce alla nuova sistemazione della viabilità di accesso alle aree interne dello svincolo di Ruffolo, nello specifico rappresentate dall'innesto della nuova strada sulla S.P.n.136.

Le verifiche, in accordo con la normativa di riferimento, sono state svolte mediante la costruzione di triangoli di visibilità in presenza di manovre regolate da stop.

La velocità caratteristica del ramo su cui si innestano l'accesso (primo caso) e la nuova strada (secondo caso) è stata valutata per ogni manovra sulla base della velocità di progetto del tracciato e dei limiti di velocità presenti sull'attuale viabilità; i valori adottati sono pari 45 km/h (primo caso) a cui corrisponde un valore di D (distanza di visibilità) e pari a 75m (si noti tuttavia che laddove la distanza fosse tale da oltrepassare il limite della corona giratoria della rotatoria, quest'ultima è stata imposta come limite della verifica), mentre per il secondo caso il valore adottato è pari a 60km/h come imposto dall'attuale limite di velocità presente nell'area interessata a cui corrisponde un valore di D (distanza di visibilità) pari rispettivamente a 100m.

La distanza di visibilità da entrambi i lati dell'arresto è pari a $D=V \times t$

Dove, $t=6$ sec. e V è la velocità di progetto caratteristica del tratto considerato.

Il lato minore del triangolo di visibilità, trattandosi di arresto, è pari a 3 m.

All'interno del triangolo di visibilità è stato verificato che non esistano ostacoli per la visibilità reciproca.

Nessuno dei casi esaminati ha richiesto un ulteriore incremento legato alla pendenza longitudinale. Non essendo presenti ostacoli (di altezza tale da ostacolare la visione dei conducenti dei veicoli) all'interno delle aree evidenziate, le verifiche risultano superate.

Si evidenziano nelle seguenti figure le verifiche eseguite per i due casi sopra citati.



Figura 46 – Verifica visibilità accessi – Primo caso



Figura 47 - Verifica visibilità accessi – Secondo caso

6 DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

La pavimentazione stradale deve svolgere tre funzioni fondamentali:

- garantire una superficie di rotolamento regolare e poco deformabile;
- ripartire sul terreno le azioni statiche e dinamiche dei veicoli, in modo tale da non determinare deformazioni permanenti dannose alla sicurezza ed al comfort di moto;
- proteggere il corpo stradale dagli agenti atmosferici che possono provocare instabilità del piano viabile.

6.1 Pavimentazione di progetto

Il presente capitolo ha per oggetto l'analisi della pavimentazione utilizzata per la viabilità del progetto definitivo della E78 Grosseto-Fano, che prevede il seguente pacchetto strutturale:

- 4 cm strato di usura drenante;
- 6 cm strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder);
- 12 cm strato di base in conglomerato bituminoso;
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare cementato;
- 15 cm strato di fondazione in misto granulare stabilizzato.

Quest'ultimo è stato verificato secondo la procedura di seguito illustrata affinché fosse in grado di garantire un elevato livello prestazionale in relazione alla mole di traffico.

Si sottolinea per completezza che lo strato di usura drenante sopra elencato è sostituito da un'usura drenante caratterizzata da valori di aderenza superiori a quello indicati dal D.M. 2001 dalla p.k. 860 alla p.k. 1414 dell'asse Fano – Grosseto e da uno strato di usura standard lungo la rotatoria dello svincolo Ruffolo e i rami A e B afferenti alla rotatoria stessa.

6.2 Metodo di calcolo di riferimento

La verifica della pavimentazione viene effettuata con il metodo AASHTO Design of Pavement Structures, correntemente denominato "degli indici di spessore".

Tale metodo è basato su una serie di relazioni fra un numero indicato come indice di spessore e la quantità di ripetizioni di carico da parte di assi, singoli o binati, diversamente caricati dei veicoli che si presume transiteranno sull'opera nella sua vita utile.

Pertanto, si dovrà determinare il numero cumulato di assi standard equivalenti (l'asse standard è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 kips=80 kN=8,2 t) che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere il fissato grado di ammaloramento finale, provocato dal passaggio degli assi dei veicoli reali.

I parametri di confronto principali sono:

- L'indice W8.2 è influenzato da: caratteristiche meccaniche dei materiali, spessore degli strati, portanza del sottofondo, massima perdita di efficienza della pavimentazione, coefficiente di sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico cumulato che transiterà durante la sua vita utile);
- Il parametro N8.2 dipende da: tipo di veicoli commerciali del parco veicolare italiano, numero medio di assi di un generico veicolo commerciale, spettro di traffico prevedibile, ripartizione dello stesso tra le corsie di marcia, dispersione delle traiettorie.

In questo modo si potrà ottenere la massima perdita di efficienza ammissibile (Δ PSI), che corrisponde alla differenza tra PSI (Present Serviceability Index) iniziale (ad opera appena ultimata) e PSI finale (al termine della vita utile).

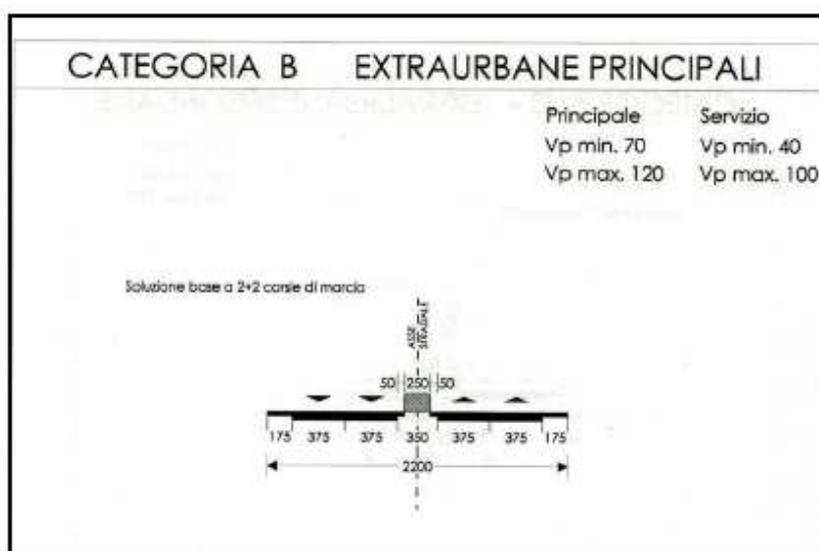
6.3 Fase di pre-dimensionamento secondo il Metodo CNR

La scelta di un possibile pacchetto di pavimentazione di progetto parte dallo studio del catalogo delle pavimentazioni stradali; tale documento fornisce dei pacchetti di pavimentazioni standard in base ad alcuni fattori di dimensionamento:

- Tipologia di Strada;
- Traffico;
- Sottofondo;
- Condizioni climatiche;
- Caratteristiche dei materiali.

6.3.1 Tipologia di strada

Strada Tipo "Extraurbana Principale tipo B";

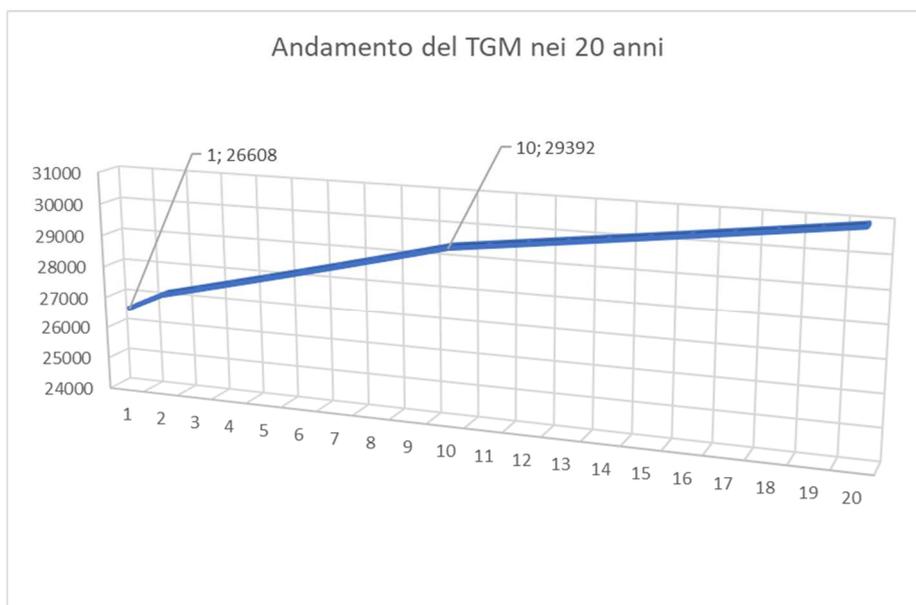


6.3.2 Traffico

Dallo studio di traffico (rif. elab. T00EG00GENRE03, pag. 54 tab. 16), il **TGM bidirezionale** relativo al tratto compreso tra gli svincoli di inizio e fine lotto, risulta essere pari a 26.608 veic/g con percentuale di veicoli pesanti pari a 20%, mentre i tassi di crescita risultano essere pari all'1.0% per i primi 10 anni e 0.5% nei rimanenti 10 anni.

Nel grafico sottostante si riporta l'andamento del TGM in base al tasso di crescita nei 20 anni

Tasso	Anni	TGM
1.01	1	26608
1.01	2	27142.82
1.01	3	27414.25
1.01	4	27688.39
1.01	5	27965.28
1.01	6	28244.93
1.01	7	28527.38
1.01	8	28812.65
1.01	9	29100.78
1.01	10	29392
1.005	11	29538.96
1.005	12	29686.65
1.005	13	29835.09
1.005	14	29984.26
1.005	15	30134.18
1.005	16	30284.86
1.005	17	30436.28
1.005	18	30588.46
1.005	19	30741.4
1.005	20	30895.11



Il traffico giornaliero medio, di veicoli di progetto, risulterà quindi essere pari:

$$TGM_{Progetto} = \sum_{i=1}^{n(\text{anni})} TGM_i$$

Dove:

$$TGM_i = TGM \times HGV \times 365 \times Dd \times DI \times \left(\frac{(r + 1)^n - 1}{r} \right)$$

		i (Anni 0-10)	i (Anni 10-20)
Dd	Coefficiente di direzione	0.5	0.5
DI	Coefficiente in funzione del numero di corsie	0.9	0.9
HGV	Percentuale di veicoli commerciali	20%	20%
n	Anni	10	10
TGM	Traffico giornaliero medio	26.608	29.392
r	Tasso di crescita	1.0%	0.5%

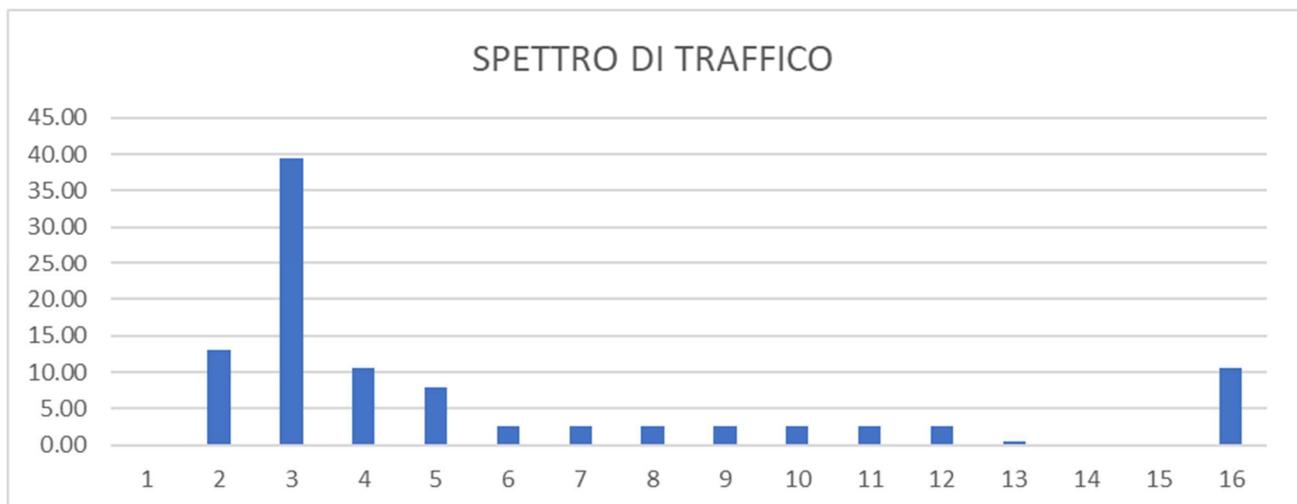
Riassumendo, considerando un totale di **20 anni di vita ipotizzata** della pavimentazione il TGM di progetto risulta essere pari a **19.020.173**.

Il CNR identifica per ogni tipologia di strada, lo spettro di traffico ad essa associato

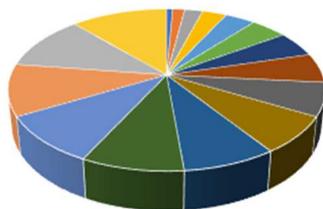
Tab. 3 - Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada.

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) autostrade extraurbane	12.2	----	24.4	14.6	2.4	12.2	2.4	4.9	2.4	4.9	2.4	4.9	0.10	----	----	12.2
2) " urbane	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
3) strade extr. principali e secondarie a forte traffico	----	13.1	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	----	----	10.5
4) strade extraurb. second. ordin.	----	----	58.8	29.4	----	5.9	----	2.8	----	----	----	----	0.2	----	----	2.9
5) " extr. second.-turistiche	24.5	----	40.8	16.3	----	4.15	----	2	----	----	----	----	0.05	----	----	12.2
6) " urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
7) " " di quartiere e locali	80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	20	----	----
8) corsie preferenziali	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	47	53	----

Lo spettro di traffico di progetto risulta così essere ripartito



SPETTRO DI TRAFFICO



■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14 ■ 15 ■ 16

TIPO VEICOLO	
1	autocarri leggeri
2	autocarri leggeri
3	autocarri medi e pesanti
4	autocarri medi e pesanti
5	autocarri pesanti
6	autocarri pesanti
7	autotrani ed autoarticolati
8	autotrani ed autoarticolati
9	autotrani ed autoarticolati
10	autotrani ed autoarticolati
11	autotrani ed autoarticolati
12	autotrani ed autoarticolati
13	mezzi d'opera
14	autobus
15	autobus
16	autobus

6.3.3 Sottofondo

Modulo resiliente del sottofondo pari a **100 N/mm²**

6.3.4 Risultati CNR

Da catalogo CNR il pacchetto di pavimentazione risulta essere così composto:

- 5 cm strato di usura;
- 5 cm strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder);

- 10 cm strato di base in conglomerato bituminoso;
- 30 cm strato di fondazione in misto granulare cementato.

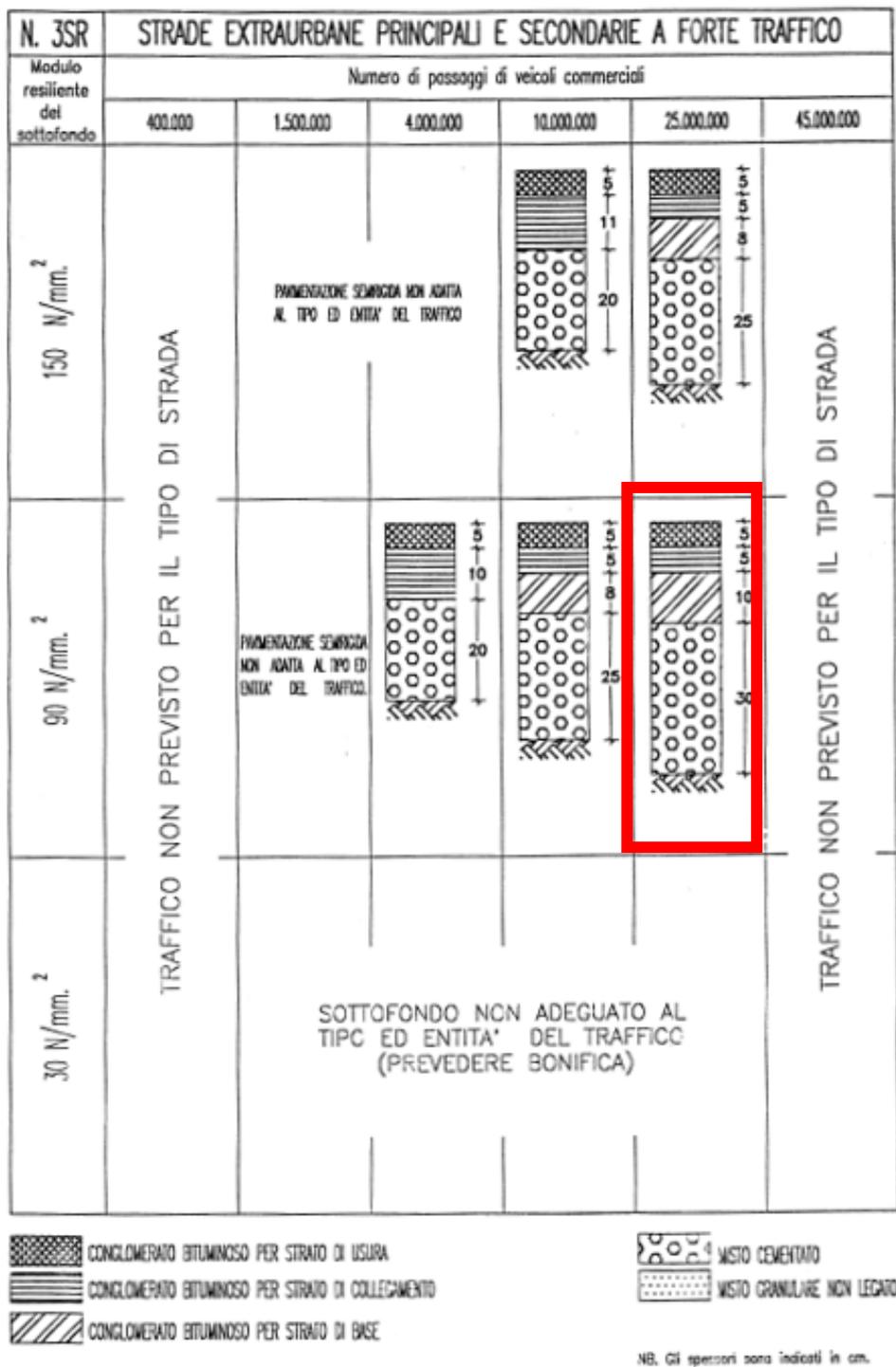


Figura 48 – Pacchetto di pavimentazione da catalogo CNR

6.4 Verifica metodo empirico AASHTO pavimentazione definito da CNR

6.4.1 Calcolo di N8.2

Il dimensionamento di una qualsiasi struttura richiede la previsione dei carichi che questa dovrà sopportare durante la sua vita utile.

Nel caso stradale, è necessario determinare un parametro in evoluzione, quale è il traffico veicolare, ed in particolare, il traffico pesante che maggiormente grava sulla struttura.

Per rendere omogenee le molteplici categorie di veicoli, il metodo proposto dall' "AASHTO Interim guide" equipara i carichi di differente entità dei vari assi ad un unico asse di riferimento (ESA, Equivalent Standard Axle) mediante l'utilizzo di opportuni fattori di equivalenza (EF Equivalent Factor) e rapportando gli effetti prodotti dai vari veicoli ad un'unica tipologia di carico.

Ricavato il numero di totale di assi standard, tale valore deve essere confrontato con il numero massimo di assi che la pavimentazione di progetto è in grado di sopportare nell'arco dell'intera vita utile. La base per la procedura AASHTO risulta quindi essere uno studio del traffico veicolare al fine di ottenere il numero dei veicoli pesanti transitanti sulla pavimentazione nell'arco della sua vita utile. Nel caso in esame il valore di traffico di ingresso per il calcolo della pavimentazione è pari a **19.020.173 veic** (come già espresso nella fase di pre-dimensionamento).

La trasformazione di tale valore in assi standard richiede il calcolo del coefficiente di equivalenza per ogni singola tipologia di asse transitante sulla viabilità in progetto.

La seguente tabella riporta dunque, per ogni tipologia di veicolo commerciale, la suddivisione dei carichi su ciascun asse, la componente percentuale di ogni classe di veicolo commerciale, rispetto al totale transitante, per le categorie di strada indicata e la relativa componente del coefficiente di equivalenza.

TIPO VEICOLO	N ASSI	DISTRIBUZIONE DEI CARICHI PER ASSE (kN)								SPETTRI DI TRAFFICO (%)	COEFFICIENTE EQUIVALENTE
		10	15	20	30	40	50	80	100		
1 autocarri leggeri	2	10		20						-	0,000
2 autocarri leggeri	2	15		30						13.1	0,002
3 autocarri medi e pesanti	2	40		80						39.5	0,418
4 autocarri medi e pesanti	2	50		110						10.5	0,365
5 autocarri pesanti	3	40		80	80					7.9	0,113
6 autocarri pesanti	3	60		100	100					2.6	0,092
7 autotreni ed autoarticolati	4	40		90		80		80		2.6	0,094
8 autotreni ed autoarticolati	4	60		100	100			100		2.5	0,183
9 autotreni ed autoarticolati	5	40	80	80				80	80	2.6	0,073
10 autotreni ed autoarticolati	5	60	90	90				100	100	2.5	0,142
11 autotreni ed autoarticolati	5	40	100				80	80	80	2.6	0,105
12 autotreni ed autoarticolati	5	60	100				90	90	90	2.6	0,162
13 mezzi d'opera	5	50	120				130	130	130	0.5	0,075
14 autobus	2	40		80						-	0,000
15 autobus	2	60		100						-	0,000
16 autobus	2	50		80						10.5	0,121

Dai calcoli eseguiti si ottiene un coefficiente di equivalenza pari a **1,947**; il numero degli assi equivalenti (N8.2) risulta quindi essere **37.032.407**.

6.4.2 Calcolo di W8.2

Il calcolo di W8.2, ossia del massimo degli assi equivalenti sopportabili dalla pavimentazione, richiede il contributo di 4 fattori:

- decadimento limite ammissibile della sovrastruttura (Δ PSI);
- grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento;
- qualità del sottofondo espresso in portanza.
- caratteristiche meccaniche degli strati (numero di struttura SN);

La tabella seguente riporta i valori riferiti ai primi tre fattori elencati

COEFFICIENTI DI AFFIDABILITA'	
S0	0,40
R	0,90
Zr	-1,282
COEFFICIENTI PSI	

, PSI iniziale	4,2
PSI finale	2,5
Δ PSI	1,7
COEFFICIENTE PORTANZA	
CBR	10%
Md	50
Mr (Mpa)	100
Mr (PSI)	14503

Per quanto riguarda il valore di SN (Structural Number), esso viene valutato come somma dei contributi che i singoli strati e il sottofondo forniscono alla prestazione complessiva della struttura. In particolare, il contributo del singolo strato dipende in modo lineare dalle caratteristiche meccaniche, dallo spessore e dagli effetti del drenaggio:

INDICE STRUTTURALE SN				
ai	a_{usura}	= 0.43	$a_{usura\ drenante}$	= 0.28
	a_{binder}	= 0.40	$a_{misto\ cem}$	= 0.18
	a_{base}	= 0.28	$a_{misto\ granulare}$	= 0.11
mi	1	strati legati		
	0,98	strati misto cementato		
	0,95	strati misto granulare		
si	spessore strato i			
SN= $\sum ai*si*mi$ (cm)				

Definiti i 4 parametri è possibile entrare nel modello AASHTO riportato di seguito per poter ricavare il valore di **W8.2**.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Il valore così ricavato è pari a **43.942.370**.

6.4.3 Verifica

La verifica della pavimentazione AASHTO si può tradurre in semplice confronto su due livelli:

- Livello strutturale: confrontando i valori dello Structural Number;
- Livello di Traffico: confrontando i valori di N8.2 e W8.2

Entrambe le verifiche sono riportate nelle seguenti tabelle.

VERIFICA STRUCTURAL NUMBER SN>SN (N8,2)		
SN della pavimentazione selezionata	SN (N8,2) (pollici)	4.7006
SN calcolato su traffico di progetto	SN (pollici)	4.8197
VERIFICA	VERO	

VERIFICA TRAFFICO W8,2>N8,2		
TRAFFICO ATTESO (ESAL)	N8,2	37.032.407
TRAFFICO DI PROGETTO (ESAL)	W8,2	43.942.370
VERIFICA	VERO	

Dalla verifica riportata il pacchetto di pavimentazione risponde positivamente alle richieste prestazionali sia a livello strutturale sia a livello di carico di traffico sopportato.

6.5 Verifica metodo empirico AASHTO pavimentazione di progetto

Sebbene il pacchetto di prima ipotesi, proposto dal catalogo delle pavimentazioni stradali, soddisfi le verifiche AASHTO; al fine di garantire continuità ed uniformità alla sovrastruttura stradale presente nei lotti successivi alla tratta in progetto si è deciso di adeguare lo spessore degli strati del pacchetto in progetto alle dimensioni già in uso. In questo modo il pacchetto di pavimentazione in progetto da sottoporre a verifica AASHTO risulta essere quindi:

- 4.00 cm di Usura drenante;
- 6.00 cm di Binder;
- 12.00 cm di Base;
- 20.00 cm di Fondazione in misto cementato
- 15.00 cm di Fondazione misto granulare stabilizzato

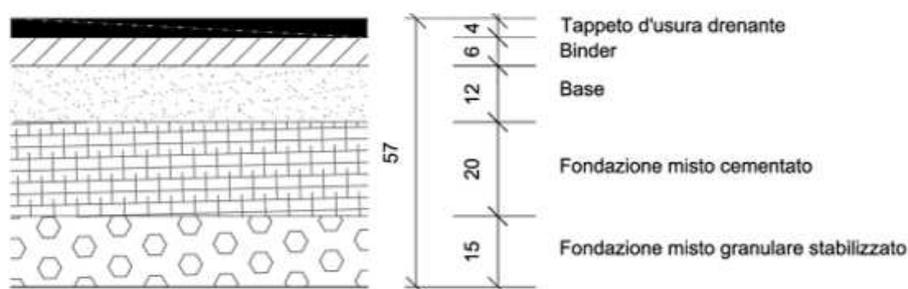


Figura 49 – Pacchetto di pavimentazione adottato

A parità di condizioni di partenza e quindi di traffico atteso e ESAL ($N_{8,2} = 37.796.937$) si è riprocessata la fase calcolo di calcolo dello Structural Number (SN) e di $W_{8,2}$ e dunque di verifica. Di seguito sono riportati i tabulati di verifica ottenuti.

VERIFICA STRUCTURAL NUMBER $SN > SN(N_{8,2})$		
SN della pavimentazione selezionata	SN ($N_{8,2}$) (pollici)	4.7006
SN calcolato su traffico di progetto	SN (pollici)	4.7148
VERIFICA	VERO	

VERIFICA TRAFFICO $W_{8,2} > N_{8,2}$		
TRAFFICO ATTESO (ESAL)	$N_{8,2}$	37.032.407
TRAFFICO DI PROGETTO (ESAL)	$W_{8,2}$	37.796.937
VERIFICA	VERO	

Il pacchetto di sovrastruttura stradale proposto in fase di dimensionamento verifica i criteri AASHTO, in quanto sia i valori di Structural Number sia i valori di Traffico di Progetto espressi in ESAL risultano essere maggiori rispetto a quelli minimi richiesti.

7 DISPOSITIVI DI RITENUTA

7.1 Generalità

Il progetto dei dispositivi di ritenuta fornisce le indicazioni per l'installazione delle barriere di sicurezza lungo i bordi laterali, sulle opere d'arte e nei punti del tracciato che necessitano di una specifica protezione per la presenza di ostacoli potenzialmente esposti all'urto da parte di veicoli in svio.

Il presente progetto è redatto conformemente a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223, così come modificato dal D.M. 3.6.1998, dal D.M. 21.6.2004 e dal D.M. 28.6.2011, attenendosi inoltre alle indicazioni contenute nella Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.7.2010 n. 62032 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".

Nei casi in cui la classe delle barriere di sicurezza da installare rientri nelle tipologie disponibili tra le barriere "tipo ANAS" (attualmente consistenti in barriere bordo laterale di classe H2 e H3 e barriere bordo ponte di classe H2, H3 e H4), ne è stato previsto l'impiego.

7.2 Normativa Tecnica di Riferimento

Per quanto concerne i criteri di scelta ed installazione delle barriere di sicurezza si è fatto riferimento alle seguenti fonti normative e/o riferimenti di letteratura tecnica di settore:

✓ Leggi e Decreti:

- DM 18-02-92, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" [1];
- DM 21/06/04: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale" [2];
- DM 28-06-2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale", pubblicato sulla G.U. n. 233 del 06-10-2011 [3];
- D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada" [4];
- D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada" [5];
- DM 05-11-01, n. 6792 e s.m.i.: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" [6];
- DM 19-04-06 "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", pubblicato sulla G.U. n. 170 del 24-07-06 [7].

✓ Circolari Ministeriali:

- Circolare del Ministero dei Trasporti N. 62032 del 21-07-2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" [8];
- Circolare del Ministero dei Trasporti N. 80173 del 05-10-2010 "Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale" [9];
- Circolare del Ministero dei Trasporti N. 104862 del 15-11-2007 "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004" [10].
- Circolare 25.08.2004 n. 3065 - Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali [11].

- ✓ Norme Europee:
 - UNI EN 1317-1:2010 – Sistemi di ritenuta stradali – Terminologia e criteri generali per i metodi di prova [12];
 - UNI EN 1317-2:2010 – Sistemi di ritenuta stradali – Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari [13];
 - UNI EN 1317-3:2010 – Sistemi di ritenuta stradali – Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto [14];
 - EN 1317-4:2012 - Road restraint systems - Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for transitions and removable barrier sections – DRAFT [15];
 - UNI EN 1317-5:2012 – Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli [16].
 - UNI EN 12767:2019 - Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali - Requisiti e metodi di prova [17].
- ✓ Letteratura tecnica:
 - Decreto dirigenziale relativo all'aggiornamento delle istruzioni tecniche inerenti l'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale. Numero di notifica: 2014/483/I, trasmesso alla Commissione Europea il 6/10/2014: pur non essendo stato ancora emanato nell'ordinamento giuridico nazionale, ma avendo ottenuto il parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, reso con voto n. 14/2013 nell'adunanza del febbraio 2014, si ritiene che tale documento possa essere utilmente preso quale "riferimento tecnico" per le parti non trattate e/o non in contrasto con il vigente DM 21/06/04. [18]
 - Rete Ferroviaria Italiana – Manuale di progettazione del corpo stradale - RFI DINIC MA CS 00 001 C [19].

Con l'emanazione della norma EN 1317-5:2012 [16] il riferimento per il rilascio delle marcature CE emesse successivamente al 01.01.2013 è costituito dalle norme emanate nel 2010 [12], [13], [14] e pertanto nella progettazione si è tenuto conto anche delle indicazioni fornite in queste norme, per quanto non in contrasto con quelle recepite del DM 21.6.2004.

Occorre inoltre specificare che l'aggiornamento della normativa europea avvenuto nel 2010 non è stato ancora formalmente recepito dalla normativa nazionale (come esplicitamente indicato nella circolare ministeriale sopra citata del 5/10/2010). Tuttavia, tali norme sono invece cogenti per i Laboratori di Prova Europei accreditati in base alla UNI CEI EN ISO /IEC 17025:2005 e quindi i rapporti di prova delle barriere di sicurezza sono redatti in conformità alle UNI EN 1317 parti 1 e 2 del 2010, che hanno introdotto l'attuale metodologia e terminologia in relazione alla definizione e valutazione delle caratteristiche prestazionali dei dispositivi.

7.3 Definizione del tipo, della classe e scelta dei dispositivi

La tipologia dei dispositivi da adottare è stata individuata secondo quanto previsto dal DM 18 febbraio 1992, n.223 e s.m.i. In particolare, si è fatto riferimento all'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004 e, partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, si sono individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare. Si è altresì tenuto conto delle norme EN 1317 recepite dallo stesso DM 21 giugno 2004, per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere.

Per la definizione delle classi di barriere da adottare in progetto è stato quindi necessario definire il tipo di traffico a cui appartiene la strada oggetto di progettazione, definito in funzione del Traffico Giornaliero Medio (TGM) bidirezionale e della percentuale di veicoli pesanti (di massa > 3.5 t), secondo lo schema di Tabella 48.

Tipo di traffico	TGM bidirezionale	% VP
I	1000	Qualunque
I	> 1000	%VP 5
II	> 1000	5 < %VP 15
III	> 1000	%VP > 15

Tabella 53 – Schema per la definizione del tipo di traffico

Dallo studio di traffico redatto contestualmente al presente progetto (elab. T00EG00GENRE03, pag. 54 tab. 16), il TGM bidirezionale del tratto compreso tra gli svincoli di inizio e fine lotto è pari a 26.608 veic/giorno e la percentuale di veicoli pesanti lungo l'infrastruttura in progetto risulta essere pari al 20%, per cui il traffico in esame si configura come un traffico di Tipo III.

Il D.M. 2367 del 21.6.2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza per le diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del tipo di traffico e del tipo di strada, come riportato in Tabella 49.

Tipo di strada	Tipo di Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (*)	H2-H3 (*)	H3-H4 (*)
Strade extraurbane secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(*) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista.

Tabella 54 – Schema per la definizione del tipo di traffico

La destinazione "Barriere bordo ponte" si riferisce solo ad "opere di luce superiore a 10 metri"; per luci minori sono equiparate al bordo laterale, indipendentemente dalla loro altezza sul piano campagna. Come chiarito dalla Circolare 62032/2010 [8] i muri di sostegno, che sono evidentemente opere di luce nulla, sono pertanto da equiparare anch'essi al bordo laterale, indipendentemente dall'altezza sul piano campagna e dalla loro estensione. In ogni caso i muri e le opere d'arte, indipendentemente dalla loro luce e dalla loro altezza sul piano campagna, devono essere sempre protetti con barriere di classe non inferiore ad H2.

Si evidenzia che il criterio definito dalla norma si riferisce alla luce dell'opera e non alla lunghezza dell'eventuale cordolo soprastante, che può interessare anche eventuali muri andatori. Nel caso in cui la barriera sia da installare su cordolo in cemento armato, la tipologia di barriera dovrà essere del tipo "da bordo opera d'arte" sebbene della classe corrispondente al bordo laterale, quindi già provata su cordolo in cemento armato (non una barriera provata su terra, installata successivamente su cordolo in cemento armato, circostanza che ne modificherebbe in modo sostanziale il funzionamento).

Tali condizioni rappresentano le minime ammesse dalla norma e, come richiamato dall'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004, "ove reputato necessario, il progettista potrà

utilizzare dispositivi della classe superiore a quella minima indicata". È bene però rammentare che l'adozione in progetto di protezioni con classi superiori alle minime richieste dalla norma deve essere opportunamente giustificata dal progettista in funzione dell'effettivo stato dei luoghi, in quanto all'aumentare della classe aumenta, in generale, il livello di severità d'urto sugli occupanti dei veicoli leggeri. Contenere un maggior numero di veicoli pesanti non equivale infatti a garantire una maggiore sicurezza se non si tiene conto al contempo del possibile incremento di danno sugli occupanti dei veicoli leggeri.

In riferimento alla categoria di strada in oggetto, strada extraurbana principale (tipo B1), ed al tipo di traffico Tipo III, ai sensi dell'art.6 del citato D.M. le caratteristiche prestazionali minime da adottare sono:

- Classe H3-H4 spartitraffico (a discrezione del progettista);
- Classe H2-H3 bordo laterale (a discrezione del progettista);
- Classe H3-H4 bordo ponte (a discrezione del progettista).

L'assunzione della barriera di sicurezza di classe H3 su bordo laterale dell'asse principale deve essere riconsiderata alla luce dei seguenti aspetti:

- la attuale formulazione del D.M. 21/06/2004 prevede comunque che si debbano utilizzare sul bordo laterale barriere di sicurezza di classe H2;
- l'eventuale elevazione di classe rispetto ai minimi è ammessa solo per motivate esigenze specifiche (come, ad esempio, l'affiancamento entro 12 m dal piede della scarpata a strade di tipo A, B, C, D, E, ferrovie o tipo F con carreggiata di larghezza superiore a 5 m);
- la revisione del D.M. 21/06/2004 prevedrebbe barriere di sicurezza di classe H2 salvo casi particolari come sopra descritti.

Nel progetto sono stati adottati dispositivi di ritenuta di classe H3 sia nei tratti di spartitraffico in rilevato (ad eccezione del tratto ad est dello svincolo di Ruffolo in raccordo alla viabilità esistente dove è stata applicata una specifica barriera spartitraffico di classe H4) che sulle opere d'arte come previsto dal D.M. 21/06/2004, per il traffico di Tipo III.

Per quanto concerne le zone di svincolo, si è ipotizzata la stessa composizione di traffico dell'asse principale e, conseguentemente, le stesse tipologie di barriere, anche in relazione al fatto che, essendo le rampe dotate di corsie di decelerazione, è opportuno avere la continuità della barriera adottata sul tratto parallelo che si sviluppa sull'asse principale.

Nei punti di inizio e fine barriera è stato previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici; nel passaggio tra barriere bordo ponte e bordo rilevato è stato previsto di garantirne la continuità strutturale tramite il collegamento almeno della lama, del corrente posteriore ed inferiore. Inoltre, secondo quanto previsto dall'art.2 del DM 28/06/2011 riguardo l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradali, essi dovranno essere muniti di marcatura CE in conformità alla norma europea, mentre l'appaltatore dovrà fornire in originale o in copia conforme i rapporti dei certificati delle prove al vero. Tale verifica di rispondenza, da parte della D.L., non si deve tradurre in un mero riscontro formale dell'esistenza dei rapporti di crash redatti secondo le EN 1317, ma deve consistere in un esame tecnico dei loro contenuti congiunto alla valutazione dei relativi eventuali certificati della previgente normativa, e in particolare alle indicazioni, prescrizioni e limitazioni in essi contenuti.

Si è prevista l'installazione di attenuatori d'urto di tipo redirettivo in corrispondenza di punti singolari, quali ostacoli potenzialmente pericolosi, e nello specifico di cuspidi in corrispondenza di ingresso o di uscita dall'asse principale. Questi dispositivi, mantenendo la capacità di assorbire urti frontali, sono in grado di ridirigere il veicolo impattante verso la sua traiettoria in caso di urto laterale, presentando un comportamento redirettivo analogo a quello delle barriere di sicurezza.

In tabella 50 si riporta la classe minima degli attenuatori d'urto definita dall'art. 6 del D.M. 21.06.2004 in funzione della velocità imposta dalla strada da cui diverge la rampa:

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
---	--------------------------

Con velocità $v > 130$ km/h	100
Con velocità $90 \leq v < 130$ km/h	80
Con velocità $v < 90$ km/h	50

Tabella 55 – Classi degli attenuatori frontali

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa relativa alla tipologia delle diverse barriere di sicurezza utilizzate, sia per l'asse della statale che per le zone di svincolo:

Codifica	Destinazioni	Livello di contenimento	Tipo di Vincolo	Materiale	Larghezza Operativa	Intrusione del veicolo
H2BL	Bordo Laterale	H2	Infissa	Acciaio	W5	VI7
H3BL	Bordo Laterale	H3	Infissa	Acciaio	W5	VI6
H4ST	Spartitraffico	H4	Infissa	Acciaio	W4	VI7
H2BP	Bordo ponte	H2	Ancorata su paletti fissati su cordolo in c.a. tramite piastra e tirafondi	Acciaio	W4	VI3
H3BP	Bordo ponte	H3	Ancorata su paletti fissati su cordolo in c.a. tramite piastra e tirafondi	Acciaio	W5	VI6
H4BP	Bordo ponte	H4	Ancorata su paletti fissati su cordolo in c.a. tramite piastra e tirafondi	Acciaio	W5	VI8

Tabella 56 – Tabella riassuntiva caratteristiche barriere tipo ANAS applicate

Codifica	Destinazioni	Livello di contenimento	Tipo di Vincolo	Materiale	Larghezza Operativa	Intrusione del veicolo
H1BL	Bordo Laterale	H1	Infissa	Acciaio	≤ 1.3	≤ 1.3
H2BL	Bordo Laterale	H2	Infissa	Acciaio	≤ 1.2 W4	≤ 2.3 VI6
H2BP	Bordo Laterale	H2	Ancorata su paletti fissati su cordolo in c.a. tramite piastra e tirafondi	Acciaio	≤ 1.7 W5	≤ 1 VI3

Tabella 57 – Tabella riassuntiva caratteristiche barriere commerciali applicate

Si precisa inoltre che lungo il tracciato, precisamente in corrispondenza della Curva 9 e nel tratto rettilineo seguente, si è reso necessario l'utilizzo di barriere di sicurezza che svolgesse anche la funzione accessoria di abbattimento acustico, per cui insieme alla barriera di sicurezza metallica H2 da bordo laterale è stata prescritta anche l'installazione di un tipologico di barriera di

sicurezza metallica H2 da bordo laterale con barriera acustica integrata.

Con riferimento alle caratteristiche riportate nelle due tabelle precedenti si riporta di seguito in forma sintetica la tipologia di barriere adottate lungo ciascun asse dell'infrastruttura. Per l'illustrazione dettagliata delle barriere adottate nel progetto si rimanda alle planimetrie dedicate.

Asse /Barriere	H4ST	H4BP	H3BP	H3BL	H2BP	H2BL
Fano - Grosseto	X	X	X	X		X
Grosseto – Fano	X	X	X	X		X
Rampa Fano – Firenze				X		
Rampa Firenze – Fano			X	X		X
Rampa Firenze – Grosseto				X		
Rampa Grosseto – Firenze			X	X		X
Rampa Fano – Siena			X	X	X	
Rampa Grosseto – Siena			X	X		X
Rampa Siena – Fano				X		X
Rampa Siena – Grosseto			X			

Asse /Barriere	H1BL	H2BP	H2BL
Rotatoria Svincolo Ruffolo			X
VS.04 – Deviazione Strada Poderale 1		X	X
VS.02 - Ripristino accesso Galleria S.Lazzerò		X	
VS.10 - Deviazione Strada Poderale 7	X		

Si sottolinea che le viabilità locali (tipo F o similari) sono caratterizzate da un traffico di tipo 3.

7.4 Criteri per la definizione della modalità di installazione delle barriere Bordo Laterale

Le prove d'urto di barriere da bordo laterale sono generalmente eseguite su terreni pianeggianti, con estensione dietro la barriera che, rispetto alle dimensioni della stessa, può essere considerata indefinita, caratterizzate da proprietà geotecniche elevate (generalmente terreni di classe A1a). Tali condizioni non sono quelle realizzabili in pratica (in particolare per quanto attiene alla possibilità di avere un'estensione indefinita di terreno a tergo della barriera) dove, oltre ad avere larghezze dell'arginello contenute, si hanno, generalmente, materiali con caratteristiche meccaniche diverse da quelle considerate nelle prove d'urto.

Appare quindi evidente la necessità di verificare che le modalità di installazione previste in progetto siano tali da garantire il corretto funzionamento dei dispositivi riproducendo, sotto entro determinati limiti, le condizioni della prova al vero.

Nel caso di installazione di barriere bordo laterale le verifiche da condurre sono di due tipi:

Verifica di resistenza dell'infissione: si tratta di una verifica essenzialmente di natura geotecnica, mirante a determinare se il terreno risulti in grado di offrire una resistenza pari o maggiore a quella delle condizioni di riferimento; a tal fine possono essere d'aiuto le prove di carico su piastra effettuate da ANAS su di un arginello, con larghezza sub orizzontale di 1.25 m, realizzato con uno strato di misto granulare di spessore di circa 25 cm le cui risultanze saranno confrontate con quelle eseguite da un centro prove sul terreno di prova.

Verifica geometrica: si riferisce alla valutazione delle potenziali condizioni di rollo associabili ad un mezzo in svio date le dimensioni dello spazio sub-orizzontale del margine esterno (distanza tra il fronte barriera esposto al traffico ed il vertice della scarpata). Tale verifica è basata su considerazioni inerenti alla stabilità trasversale del veicolo impattante che, a seguito dell'urto, si può trovare a

percorrere la scarpata del rilevato per effetto della presenza di un arginello di dimensioni ridotte rispetto alla deformazione sotto urto della barriera. La posizione del mezzo durante l'urto dipende, oltre che dalla configurazione della scarpata, dalla deformazione trasversale dinamica della barriera (la massima registrata durante la prova di crash) e dalla configurazione geometrica del mezzo impattante. Nella normativa attuale non vi sono prescrizioni specifiche in merito a tale aspetto; tuttavia nella letteratura tecnica di settore sono riscontrabili indicazioni che, sulla base di considerazioni legate all'angolo di rollio ed alla configurazione a ruote gemellate del mezzo pesante in fase di urto, stabiliscono che la larghezza del tratto sub-orizzontale dell'arginello debba essere almeno pari alla deformazione dinamica della barriera, ridotta di una certa quantità che, ad esempio, le Istruzioni [16] fissano pari a 70 cm per le prove con veicoli pesanti e 20 cm per le prove con i veicoli leggeri.

Gli arginelli previsti in progetto hanno una larghezza di 1.75 m; considerando che la massima deformazione dinamica della barriera (veicolo pesante) accettata dal progetto è pari a 1.60 m, le condizioni richieste risultano ampiamente soddisfatte.

7.5 Criteri per la definizione della modalità di installazione delle barriere Bordo Opera

Le barriere bordo opera sono generalmente testate realizzando, nei campi prova, il vuoto a tergo del supporto, ne consegue che le verifiche di installazione saranno pertanto solo quelle relative a:

- **Altezza del cordolo rispetto al piano viabile:** le prove al vero sono in genere realizzate con cordolo a filo pavimentazione; tuttavia, in relazione anche alle indicazioni de DM 5/11/01, è possibile realizzare un'altezza fino a 7 cm, utile ai fini del convogliamento dell'acqua sui margini e tale da non inficiare le condizioni d'urto, essendo tale altezza generalmente inferiore a quella di uno pneumatico di veicolo leggero.
- **Ancoraggi:** sarà sufficiente verificare che siano realizzati in piena conformità alle specifiche del produttore desunte dal manuale d'installazione della barriera.
- **Resistenza del cordolo:** le caratteristiche di resistenza meccanica del cordolo dovranno essere pari o superiori a quelle del supporto della prova al vero: sulle nuove costruzioni tale circostanza non pone particolari problemi, e le verifiche relative alle azioni trasmesse alla struttura dalla barriera in caso di urto sono state valutate nelle relazioni di calcolo delle singole opere, alle quali si rimanda. Diverso è il caso di installazione su cordoli di opere esistenti, in cui deve essere valutata l'idoneità sia del cordolo che della struttura ed eventualmente previsti interventi di adeguamento localizzati.

Le barriere bordo opera su nuove opere d'arte, siano esse su viadotto o in testa muro, prevedono sempre la realizzazione di un cordolo in c.a. con Rck 40 (minimo), di larghezza pari a (minimo) 75 cm ed altezza, rispetto al piano viabile, di 7 cm (massimo).

Le caratteristiche del calcestruzzo sono riportate di seguito.

Tipologia calcestruzzo	UNI 11104 (prosp.1)	UNI 11104 (prosp.4)					
	CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	CLASSE DI RESISTENZA	Rapporto (A/C) max	Contenuto minimo di cemento [kg/m ³]	D _{max} [mm]	Classe di consistenza al getto	Copriferro nominale [mm]
Cls elevazione pile e spalle	XC4-XS1	C32/40 (Rck 40 N/mm ²)	0.50	340	25	S4	40
Cls soletta e baggioli	XC4-XS1	C35/45 (Rck 45 N/mm ²)	0.50	340	25	S4	40

Tabella 58 – Caratteristiche calcestruzzo per cordoli

Il dimensionamento del cordolo in cls è invece inserito nella relazione di calcolo delle singole opere d'arte o di sostegno sulle quali è prevista l'installazione di barriere bordo ponte (viadotti e muri di sostegno).

7.6 Lunghezze di transizione

In base al DM 21/06/04 [2] le protezioni devono in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella installata nella prova al vero, integrando il dispositivo con i terminali semplici indicati nel certificato di prova. Quando non è possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo), è possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta H3 nel solo caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale.

Nel progetto in esame, sono stati previsti tratti di barriere H3 e H4 bordo ponte di estensione inferiore alla minima testata: il collegamento strutturale di queste con le barriere H3 bordo laterale o bordo ponte ha consentito però di costituire un sistema misto di lunghezza adeguata.

Negli altri casi, tra estese di barriere comunque superiori alla minima testata, sono previsti collegamenti tra barriere di classi diverse e diversa od uguale destinazione in modo che sia garantita la continuità strutturale.

7.7 Transizioni

In base alla normativa le transizioni tra diversi tipi di barriere non devono necessariamente essere sottoposte a prove di crash in scala reale o a calcolazioni numeriche, essendo tuttavia sempre possibile, a maggior garanzia, prevederne l'effettuazione nei casi che si dovessero rendere necessari per la peculiarità delle transizioni. La definizione delle transizioni può avvenire nel rispetto di requisiti di carattere geometrico funzionale che possono essere desunti anche dalla Norma EN 1317-4:2012 [15] che essendo in versione DRAFT può essere presa come riferimento tecnico.

Di seguito si riporta una sintesi dei criteri di maggior importanza:

- il collegamento tra gli elementi longitudinali "resistenti" delle due barriere deve essere fatto per mezzo di elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più dell'8% e non più di 5° sul piano orizzontale;
- si considerano elementi longitudinali "resistenti" la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali "resistenti" i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento (arretrato in modo sostanziale rispetto alla lama sottostante) ed i correnti inferiori para-ruota;
- tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere;
- l'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal produttore, avendo cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione;
- nel caso particolare di transizioni tra barriere che prevedono il corrente superiore e barriere che non lo prevedono, quest'ultimo dovrà essere raccordato con un pezzo speciale terminale sagomato e vincolato al paletto della barriera senza corrente superiore, ubicato al termine della transizione, a tergo della medesima;
- poiché dal punto di vista strutturale, il livello di contenimento della transizione è da considerare equivalente alla classe minore tra quelle delle due barriere accoppiate, la transizione stessa dovrà pertanto essere realizzata al di fuori del tratto ove si rende necessaria la protezione di classe maggiore.

Nel progetto sono state previste le seguenti transizioni fra barriere metalliche:

- T1: tra H2 bordo laterale in acciaio e H2 bordo ponte in acciaio
- T2: tra H2 bordo laterale in acciaio e H3 bordo laterale in acciaio
- T3: tra H2 bordo laterale in acciaio e H3 bordo ponte in acciaio
- T4: tra H3 bordo laterale in acciaio e H3 bordo ponte in acciaio
- T5: tra H3 bordo laterale in acciaio e H4 bordo ponte in acciaio

In corrispondenza di tratti in trincea in cui è prevista la realizzazione di muri di sostegno, così come nei tratti in galleria, si è prevista l'adozione di una transizione tra i profili redirettivi adoperati e le barriere H2 e H3 bordo laterale in acciai provenienti dal rilevato al fine di garantire una continuità del sistema di ritenuta.

Tale transizione sarà attuata prevedendo il prolungamento del profilo redirettivo fino al termine della barriera metallica e collegando la lama di quest'ultima sul profilo redirettivo stesso mediante tasselli in acciaio.

7.8 Protezione degli ostacoli laterali

Lungo i margini dell'asse principale e delle rampe di svincolo sono presenti elementi di arredo funzionale che possono essere considerati "ostacoli" e quindi occorre agire col fine di proteggerli dagli urti in modo che il dispositivo utilizzato possa assolvere appieno a questa funzione. Occorre quindi dapprima distinguere tra tipologie di ostacoli e di seguito stabilire le opportune distanze dalla barriera di sicurezza cui posizionarli.

In merito alla consistenza degli ostacoli, riferimenti sono riportati sia nel DM 5/11/01 dove, al paragrafo 4.3.7, è indicata la necessità di adottare maggiorazione dei margini in presenza di barriere antirumore, pali di illuminazione e portali per segnaletica, sia nella Istruzioni [15] in cui è specificato che i sostegni dei segnali con momento di plasticizzazione alla base non superiore a 5.7 KNm possono essere considerati cedibili e pertanto non soggetti all'obbligo di protezione.

Alla luce di quanto sopra, i sostegni di segnaletica verticale con tubolari Φ 60 mm singoli o a cavalletto, sono stati considerati ostacoli leggeri non in grado di influenzare significativamente il funzionamento delle barriere in caso d'urto e che, se rotti a seguito dell'urto, non creano rilevanti danni per perdita di funzionalità e non sono in grado di costituire seri pericoli né per l'utenza stradale, né per l'utenza esterna. Pertanto, in loro corrispondenza non è stata prevista una apposita protezione e, nel caso siano previsti dispositivi per altre esigenze (in rilevato o opere d'arte) in corrispondenza di tale segnaletica si è mantenuto il tipo e la classe di barriera corrente, indipendentemente dalla distanza esistente tra questa e l'ostacolo.

Sull'asse principale gli ostacoli da considerare sono pertanto:

- I pali di illuminazione, presenti lungo le corsie di decelerazione dell'asse principale e sui rami delle intersezioni;
- Portali per l'installazione della segnaletica;
- Barriere antirumore.

In questi casi occorre pertanto valutare la possibile interazione tra il sistema veicolo/barriera e l'ostacolo.

I pali di illuminazione, i portali segnaletici e le barriere di protezione acustica saranno posizionati rispetto al filo pavimentazione stradale (coincidente con il filo nel nastro frontale della barriera) ad una distanza di almeno 2.30 m, sia nelle situazioni a bordo rilevato che in quelle a bordo ponte; questa distanza risulta non inferiore sia alla "larghezza di lavoro" (W_m) che al parametro "intrusione del veicolo" (VIm) dei dispositivi previsti a bordo rilevato e su opera d'arte:

- barriera H2 BL con valori minimi $W5=1.70$ m, $VI7 = 2,30$ m
- barriera H3 BL con valori minimi $W5=1.70$ m, $VI6 = 2,10$ m
- barriera H3 BP con valori minimi $W5=1.60$ m, $VI6 = 2,10$ m

Nel progetto si esclude quindi ogni possibile interazione tra il sistema veicolo/barriera e gli

ostacoli laterali.

ALLEGATO A - TABULATI VERIFICHE PLANIMETRICHE

ASSE PRINCIPALE FANO – GROSSETO

Fano - Grosseto

Clotoide in uscita		ProgI -60.26 - ProgF 140.63		ESISTENTE	
Coordinate vertice	X:	689242.32	Coordinate I punto Tg	X:	689218.90
Coordinate vertice	Y:	4795332.86	Coordinate I punto Tg	Y:	4795269.99
Coordinate vertice	X:	689242.32	Coordinate II punto Tg	X:	689306.60
Coordinate vertice	Y:	4795332.86	Coordinate II punto Tg	Y:	4795450.52
Raggio	:	700.00	Angolo	:	8d13'18"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	134.07
Parametro A	:	375.00	Tangente corta	:	67.10
Scostamento	:	2.40	Sviluppo	:	200.89
Pti (%)	:	-6.8	Ptf (%)	:	2.5
Vp (Km/h) = 100.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 85.900 OK					
A >= radq(R/dimax*B1* Pti-Ptf ^100) = 190.000 OK					
A >= R/3 = 233.300 OK					
A <= R = 700.000 OK					
Ae/A = 0.990 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 0.990 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 3		ProgI 140.63 - ProgF 275.54			
Coordinate P.to Iniziale	X:	689306.60	Coordinate P.to Finale	X:	689371.29
Coordinate P.to Iniziale	Y:	4795450.52	Coordinate P.to Finale	Y:	4795568.92
Lunghezza	:	134.91	Azimut	:	61d21'1"
Vp (Km/h) = 112.7					
L >= Lmin = 206.30 No *					
L <= Lmax = 2479.75 OK					
Rprec = 700.00 Rprec > Rmin = 134.91 OK					
Rsucc = 650.00 Rsucc > Rmin = 134.91 OK					

Curva 4 Sinistra		ProgI 275.54 - ProgF 763.25			
Coordinate vertice	X:	689493.02	Coordinate I punto Tg	X:	689371.29
Coordinate vertice	Y:	4795791.72	Coordinate I punto Tg	Y:	4795568.92
Coordinate vertice	X:	689493.02	Coordinate II punto Tg	X:	689478.12
Coordinate vertice	Y:	4795791.72	Coordinate II punto Tg	Y:	4795035.49
Tangente Prim. 1:	:	187.28	TT1 Tangente 1:	:	253.89
Tangente Prim. 2:	:	187.28	TT2 Tangente 2:	:	244.22
Alfa Ang. al Vert.:	:	147d51'13"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 275.54 - ProgF 409.43			
Coordinate vertice	X:	689414.11	Coordinate I punto Tg	X:	689371.29
Coordinate vertice	Y:	4795647.29	Coordinate I punto Tg	Y:	4795568.92
Coordinate vertice	X:	689414.11	Coordinate II punto Tg	X:	689431.38
Coordinate vertice	Y:	4795647.29	Coordinate II punto Tg	Y:	4795688.49
Raggio	:	650.00	Angolo	:	5d54'3"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	89.31
Parametro A	:	295.00	Tangente corta	:	44.67
Scostamento	:	1.15	Sviluppo	:	133.88
Pti (%)	:	2.5	Ptf (%)	:	7.0
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 255.800 OK					
A >= radq(R/dimax*B1* Pti-Ptf ^100) = 139.000 OK					
A >= R/3 = 216.700 OK					
A <= R = 650.000 OK					
A/Au = 1.090 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.090 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 409.43 - ProgF 651.10			
Coordinate vertice	X:	689478.65	Coordinate I punto Tg	X:	689431.38
Coordinate vertice	Y:	4795801.22	Coordinate I punto Tg	Y:	4795688.49
Coordinate centro curva	X:	688831.95	Coordinate II punto Tg	X:	689481.74
Coordinate centro curva	Y:	4795939.84	Coordinate II punto Tg	Y:	4795923.43
Raggio	:	650.00	Angolo al vertice	:	21d18'10"
Tangente	:	122.25	Sviluppo	:	241.67
Saetta	:	11.20	Corda	:	240.28
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 118.7					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 82.430 OK					
Pt >= Pmin = 7.000 OK					

*Si rimanda alla trattazione a tergo del capitolo 5.2.1.1

Fano - Grosseto

Clotoide in uscita		ProgI 651.10 - ProgF 763.25			
Coordinate vertice	X:	689482.68	Coordinate I punto Tg X: 689481.74 Coordinate I punto Tg Y: 4795923.43		
Coordinate vertice	Y:	4795960.83	Coordinate II punto Tg X: 689478.12 Coordinate II punto Tg Y: 4796035.49		
Raggio	:	650.00	Angolo	:	4d56'35"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	74.80
Parametro A	:	270.00	Tangente corta	:	37.41
Scostamento	:	0.81	Sviluppo	:	112.15
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	2.6
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 256.300 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 138.800 OK					
A >= R/3 = 216.700 OK					
A <= R = 650.000 OK					
Ae/A = 1.090 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.090 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 5		ProgI 763.25 - ProgF 766.01			
Coordinate P.to Iniziale	X:	689478.12	Coordinate P.to Finale X: 689477.95		
	Y:	4796035.49	Coordinate P.to Finale Y: 4796038.24		
Lunghezza	:	2.76	Azimut	:	93d29'48"
Vp (Km/h) = 112.1					
L <= Lmax = 2466.77 OK					
Rprec = 650.00 Rprec > Rmin = 2.76 OK					
Rsucc = 440.00 Rsucc > Rmin = 2.76 OK					

Curva 6 Destra		ProgI 766.01 - ProgF 1414.38			
Coordinate vertice	X:	689456.18	Coordinate I punto Tg X: 689477.95 Coordinate I punto Tg Y: 4796038.24		
Coordinate vertice	Y:	4796394.61	Coordinate II punto Tg X: 689782.54 Coordinate II punto Tg Y: 4796553.67		
Tangente Prim. 1:	:	294.08	TT1 Tangente 1:	:	357.04
Tangente Prim. 2:	:	294.08	TT2 Tangente 2:	:	363.06
Alfa Ang. al Vert.:	:	112d29'9"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 766.01 - ProgF 889.39			
Coordinate vertice	X:	689472.93	Coordinate I punto Tg X: 689477.95 Coordinate I punto Tg Y: 4796038.24		
Coordinate vertice	Y:	4796120.43	Coordinate II punto Tg X: 689476.19 Coordinate II punto Tg Y: 4796161.51		
Raggio	:	440.00	Angolo	:	8d2'0"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	82.34
Parametro A	:	233.00	Tangente corta	:	41.21
Scostamento	:	1.44	Sviluppo	:	123.38
Pti (%)	:	2.4	Ptf (%)	:	-7.0
Vp (Km/h) = 111.9					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 196.800 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 160.000 OK					
A >= R/3 = 146.700 OK					
A <= R = 440.000 OK					
A/Au = 0.950 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 0.950 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 889.39 - ProgF 1277.96			
Coordinate vertice	X:	689492.64	Coordinate I punto Tg X: 689476.19		
Coordinate vertice	Y:	4796368.83	Coordinate I punto Tg Y: 4796161.51		
Coordinate centro curva	X:	689914.81	Coordinate II punto Tg X: 689663.29		
Coordinate centro curva	Y:	4796126.70	Coordinate II punto Tg Y: 4796487.72		
Raggio	:	440.00	Angolo al vertice	:	50d35'55"
Tangente	:	207.98	Sviluppo	:	388.57
Saetta	:	42.20	Corda	:	376.06
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 100.3					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 69.620 OK					
Pt >= Ptmin = 7.000 OK					

Fano - Grosseto

Clotoide in uscita		ProgI 1277.96 - ProgF 1414.38			
Coordinate vertice	X:	689700.69	Coordinate I punto Tg X: 689663.29		
Coordinate vertice	Y:	4796513.78	Coordinate I punto Tg Y: 4796487.72		
			Coordinate II punto Tg X: 689782.54		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796553.67		
Raggio	:	440.00	Angolo	:	8d52'56"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	91.06
Parametro A	:	245.00	Tangente corta	:	45.58
Scostamento	:	1.76	Sviluppo	:	136.42
Pti (%)	:	-7.0	Ptf (%)	:	2.5
Vp (Km/h) = 113.1					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 201.700 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 162.100 OK					
A >= R/3 = 146.700 OK					
A <= R = 440.000 OK					
Ae/A = 0.950 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 0.950 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 7		ProgI 1414.38 - ProgF 1485.65			
Coordinate P.to Iniziale	X:	689782.54	Coordinate P.to Finale X: 689846.61		
	Y:	4796553.67	Coordinate P.to Finale Y: 4796584.90		
Lunghezza	:	71.27	Azimut	:	25d58'57"
Vp (Km/h) = 119.8					
L >= Lmin = 248.82 No*					
L <= Lmax = 2635.68 OK					
Rprec = 440.00 Rprec > Rmin = 71.27 OK					
Rsucc = 1075.00 Rsucc > Rmin = 71.27 OK					

Curva 8 Destra		ProgI 1485.65 - ProgF 1866.64			
Coordinate vertice	X:	690018.48	Coordinate I punto Tg X: 689846.61		
Coordinate vertice	Y:	4796668.66	Coordinate I punto Tg Y: 4796584.90		
			Coordinate II punto Tg X: 690205.43		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796708.74		
Tangente Prim. 1:	:	130.86	TT1 Tangente 1:	:	191.20
Tangente Prim. 2:	:	130.86	TT2 Tangente 2:	:	191.20
Alfa Ang. al Vert.:	:	166d7'10"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 1485.65 - ProgF 1606.21			
Coordinate vertice	X:	689918.87	Coordinate I punto Tg X: 689846.61		
Coordinate vertice	Y:	4796620.11	Coordinate I punto Tg Y: 4796584.90		
			Coordinate II punto Tg X: 689955.93		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796635.67		
Raggio	:	1075.00	Angolo	:	3d12'46"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	80.39
Parametro A	:	360.00	Tangente corta	:	40.20
Scostamento	:	0.56	Sviluppo	:	120.56
Pti (%)	:	2.5	Ptf (%)	:	-5.2
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 155.200 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 234.300 OK					
A >= R/3 = 358.300 OK					
A <= R = 1075.000 OK					
A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 1606.21 - ProgF 1746.08			
Coordinate vertice	X:	690020.51	Coordinate I punto Tg X: 689955.93		
Coordinate vertice	Y:	4796662.78	Coordinate I punto Tg Y: 4796635.67		
Coordinate centro curva	X:	690371.99	Coordinate II punto Tg X: 690088.06		
Coordinate centro curva	Y:	4795644.45	Coordinate II punto Tg Y: 4796681.27		
Raggio	:	1075.00	Angolo al vertice	:	7d27'18"
Tangente	:	70.04	Sviluppo	:	139.87
Saetta	:	2.27	Corda	:	139.77
Pt (%)	:	5.2		:	
Vp (Km/h) = 120.0					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 83.330 OK					
Pt >= Ptmin = 5.158 OK					

*Si rimanda alla trattazione a tergo del capitolo 5.2.1.1

Fano - Grosseto

Clotoide in uscita				ProgI 1746.08 - ProgF 1866.64				
Coordinate vertice	X:	690126.83	Coordinate I punto Tg	X:	690088.06	Coordinate I punto Tg	Y:	4796681.27
Coordinate vertice	Y:	4796691.89	Coordinate II punto Tg	X:	690205.43	Coordinate II punto Tg	Y:	4796708.74
Raggio	:	1075.00	Angolo	:	3d12'46"	Tangente lunga	:	80.39
Parametro N	:	1.00	Tangente corta	:	40.20	Sviluppo	:	120.56
Parametro A	:	360.00	Ptf (%)	:	2.5			
Scostamento	:	0.56						
Pti (%)	:	-5.2						
Vp (Km/h) = 120.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 155.200 OK								
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 234.300 OK								
A >= R/3 = 358.300 OK								
A <= R = 1075.000 OK								
			Ae/A	=	1.000	Ae/A	>=	2/3 = 0.670 OK
			Ae/A	=	1.000	Ae/A	<=	3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 9				ProgI 1866.64 - ProgF 2581.03				
Coordinate P.to Iniziale	X:	690205.43	Coordinate P.to Finale	X:	690903.94	Coordinate P.to Iniziale	Y:	4796708.74
	Y:	4796708.74		Y:	4796858.52			
Lunghezza	:	714.39	Azimut	:	12d6'7"			
Vp (Km/h) = 120.0								
L >= Lmin = 250.00 OK								
L <= Lmax = 2640.00 OK								
			Rprec	=	1075.00	Rprec >= Rmin	=	400.00 OK
			Rsucc	=	596.00	Rsucc >= Rmin	=	400.00 OK

Curva 10 Destra				ProgI 2581.03 - ProgF 3117.88				
Coordinate vertice	X:	691166.97	Coordinate I punto Tg	X:	690903.94	Coordinate I punto Tg	Y:	4796858.52
Coordinate vertice	Y:	4796914.92	Coordinate II punto Tg	X:	691425.20	Coordinate II punto Tg	Y:	4796803.60
Tangente Prim. 1:	:	190.34	TT1 Tangente 1:	:	269.01	Tangente Prim. 2:	:	190.34
Tangente Prim. 2:	:	190.34	TT2 Tangente 2:	:	281.20	Alfa Ang. al Vert.:	:	144d34'40"
Alfa Ang. al Vert.:	:	144d34'40"	Numero Archi	:	1			

Clotoide in entrata				ProgI 2581.03 - ProgF 2735.07				
Coordinate vertice	X:	691004.44	Coordinate I punto Tg	X:	690903.94	Coordinate I punto Tg	Y:	4796858.52
Coordinate vertice	Y:	4796880.07	Coordinate II punto Tg	X:	691055.70	Coordinate II punto Tg	Y:	4796884.28
Raggio	:	596.00	Angolo	:	7d24'16"	Tangente lunga	:	102.78
Parametro N	:	1.00	Tangente corta	:	51.43	Sviluppo	:	154.04
Parametro A	:	303.00	Ptf (%)	:	-7.0			
Scostamento	:	1.66						
Pti (%)	:	2.5						
Vp (Km/h) = 120.0								
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 210.000 OK								
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 194.300 OK								
A >= R/3 = 198.700 OK								
A <= R = 596.000 OK								
			A/Au	=	0.920	A/Au	>=	2/3 = 0.670 OK
			A/Au	=	0.920	A/Au	<=	3/2 = 1.500 OK

Arco				ProgI 2735.07 - ProgF 2935.16				
Coordinate vertice	X:	691156.35	Coordinate I punto Tg	X:	691055.70	Coordinate I punto Tg	Y:	4796884.28
Coordinate vertice	Y:	4796892.55	Coordinate II punto Tg	X:	691254.11	Coordinate II punto Tg	Y:	4796867.20
Coordinate centro curva	X:	691104.51	Coordinate II punto Tg	X:	691254.11	Coordinate II punto Tg	Y:	4796867.20
Coordinate centro curva	Y:	4796290.28						
Raggio	:	596.00	Angolo al vertice	:	19d14'7"	Sviluppo	:	200.09
Tangente	:	100.99	Corda	:	199.15			
Saetta	:	8.38						
Pt (%)	:	7.0						
Vp (Km/h) = 114.4								
R >= Rmin = 175.376 OK								
Sv >= Smin = 79.420 OK								
Pt >= Ptmin = 7.000 OK								

Fano - Grosseto

Clotoide in uscita		ProgI 2935.16 - ProgF 3117.88			
Coordinate vertice	X:	691313.20	Coordinate I punto Tg X: 691254.11		
Coordinate vertice	Y:	4796851.88	Coordinate I punto Tg Y: 4796867.20		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg X: 691425.20		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg Y: 4796803.60		
Raggio	:	596.00	Angolo	:	8d46'58"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	121.96
Parametro A	:	330.00	Tangente corta	:	61.04
Scostamento	:	2.33	Sviluppo	:	182.72
Pti (%)	:	-7.0	Ptf (%)	:	-0.3
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 238.900 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 163.200 OK					
A >= R/3 = 198.700 OK					
A <= R = 596.000 OK					
Ae/A = 0.920 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 0.920 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo l1		ProgI 3117.88 - ProgF 3173.99			
Coordinate P.to Iniziale	X:	691425.20	Coordinate P.to Finale X: 691476.72		
Coordinate P.to Iniziale	Y:	4796803.60	Coordinate P.to Finale Y: 4796781.38		
Lunghezza	:	56.11	Azimut	:	336d40'47"
Vp (Km/h) = 120.0					
L <= Lmax = 2640.00 OK					
Rprec = 596.00 Rprec > Rmin = 56.11 OK					
Rsucc = 985.00 Rsucc > Rmin = 56.11 OK					

Curva 12 Sinistra		ProgI 3173.99 - ProgF 3711.51			
Coordinate vertice	X:	691735.31	Coordinate I punto Tg X: 691476.72		
Coordinate vertice	Y:	4796669.91	Coordinate I punto Tg Y: 4796781.38		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg X: 691997.34		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg Y: 4796671.01		
Tangente Prim. 1:		205.42	TT1 Tangente 1:		281.59
Tangente Prim. 2:		205.42	TT2 Tangente 2:		262.03
Alfa Ang. al Vert.:		156d26'23"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 3173.99 - ProgF 3328.40			
Coordinate vertice	X:	691571.29	Coordinate I punto Tg X: 691476.72		
Coordinate vertice	Y:	4796740.62	Coordinate I punto Tg Y: 4796781.38		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg X: 691620.04		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg Y: 4796724.00		
Raggio	:	985.00	Angolo	:	4d29'28"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	102.98
Parametro A	:	390.00	Tangente corta	:	51.50
Scostamento	:	1.01	Sviluppo	:	154.42
Pti (%)	:	3.0	Ptf (%)	:	5.5
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 262.700 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 128.100 OK					
A >= R/3 = 328.300 OK					
A <= R = 985.000 OK					
A/Au = 1.180 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.180 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 3328.40 - ProgF 3600.95			
Coordinate vertice	X:	691749.85	Coordinate I punto Tg X: 691620.04		
Coordinate vertice	Y:	4796679.73	Coordinate I punto Tg Y: 4796724.00		
Coordinate centro curva	X:	691937.94	Coordinate II punto Tg X: 691886.81		
Coordinate centro curva	Y:	4797656.28	Coordinate II punto Tg Y: 4796672.61		
Raggio	:	985.00	Angolo al vertice	:	15d51'13"
Tangente	:	137.15	Sviluppo	:	272.55
Saetta	:	9.41	Corda	:	271.68
Pt (%)	:	5.5			
Vp (Km/h) = 120.0					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 83.330 OK					
Pt >= Ptmin = 5.455 OK					

Fano - Grosseto

Clotoide in uscita		ProgI 3600.95 - ProgF 3711.51			
Coordinate vertice	X:	691923.63	Coordinate I punto Tg X: 691886.81		
Coordinate vertice	Y:	4796670.70	Coordinate I punto Tg Y: 4796672.61		
			Coordinate II punto Tg X: 691997.34		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796671.01		
Raggio	:	985.00	Angolo	:	3d12'56"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	73.72
Parametro A	:	330.00	Tangente corta	:	36.86
Scostamento	:	0.52	Sviluppo	:	110.56
Pti (%)	:	5.5	Ptf (%)	:	2.5
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 256.000 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 139.300 OK					
A >= R/3 = 328.300 OK					
A <= R = 985.000 OK					
Ae/A = 1.180 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.180 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 13		ProgI 3711.51 - ProgF 3962.53			
Coordinate P.to Iniziale	X:	691997.34	Coordinate P.to Finale X: 692248.36		
	Y:	4796671.01	Coordinate P.to Finale Y: 4796672.06		
Lunghezza	:	251.02	Azimut	:	0d14'25"
Vp (Km/h) = 120.0					
L >= Lmin = 250.00 OK					
L <= Lmax = 2640.00 OK					
Rprec = 985.00 Rprec > Rmin = 251.02 OK					
Rsucc = 480.00 Rsucc > Rmin = 251.02 OK					

Curva 14 Sinistra		ProgI 3962.53 - ProgF 4425.63			
Coordinate vertice	X:	692487.41	Coordinate I punto Tg X: 692248.36		
Coordinate vertice	Y:	4796673.06	Coordinate I punto Tg Y: 4796672.06		
			Coordinate II punto Tg X: 692670.59		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796826.64		
Tangente Prim. 1:		173.45	TT1 Tangente 1:		239.05
Tangente Prim. 2:		173.45	TT2 Tangente 2:		239.05
Alfa Ang. al Vert.:		140d15'52"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 3962.53 - ProgF 4092.74			
Coordinate vertice	X:	692335.25	Coordinate I punto Tg X: 692248.36		
Coordinate vertice	Y:	4796672.42	Coordinate I punto Tg Y: 4796672.06		
			Coordinate II punto Tg X: 692378.31		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796678.48		
Raggio	:	480.00	Angolo	:	7d46'16"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	86.89
Parametro A	:	250.00	Tangente corta	:	43.48
Scostamento	:	1.47	Sviluppo	:	130.21
Pti (%)	:	2.5	Ptf (%)	:	7.0
Vp (Km/h) = 116.2					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 248.500 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 118.100 OK					
A >= R/3 = 160.000 OK					
A <= R = 480.000 OK					
A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 4092.74 - ProgF 4295.42			
Coordinate vertice	X:	692480.17	Coordinate I punto Tg X: 692378.31		
Coordinate vertice	Y:	4796692.82	Coordinate I punto Tg Y: 4796678.48		
Coordinate centro curva	X:	692311.41	Coordinate II punto Tg X: 692567.22		
Coordinate centro curva	Y:	4797153.80	Coordinate II punto Tg Y: 4796747.65		
Raggio	:	480.00	Angolo al vertice	:	24d11'35"
Tangente	:	102.87	Sviluppo	:	202.68
Saetta	:	10.66	Corda	:	201.18
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 104.2					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 72.330 OK					
Pt >= Ptmin = 7.000 OK					

Fano - Grosseto

Clotoide in uscita		ProgI 4295.42 - ProgF 4425.63			
Coordinate vertice	X:	692604.01	Coordinate I punto Tg X: 692567.22		
Coordinate vertice	Y:	4796770.82	Coordinate I punto Tg Y: 4796747.65		
			Coordinate II punto Tg X: 692670.59		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796826.64		
Raggio	:	480.00	Angolo	:	7d46'16"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	86.89
Parametro A	:	250.00	Tangente corta	:	43.48
Scostamento	:	1.47	Sviluppo	:	130.21
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	2.7
Vp (Km/h) = 114.2					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 240.400 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 113.900 OK					
A >= R/3 = 160.000 OK					
A <= R = 480.000 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 15		ProgI 4425.63 - ProgF 4440.41			
Coordinate P.to Iniziale	X:	692670.59	Coordinate P.to Finale X: 692681.93		
	Y:	4796826.64	Coordinate P.to Finale Y: 4796836.14		
Lunghezza	:	14.79	Azimut	:	39d58'32"
Vp (Km/h) = 111.7					
L <= Lmax = 2457.96 OK					
Rprec = 480.00 Rprec > Rmin = 14.79 OK					
Rsucc = 420.00 Rsucc > Rmin = 14.79 OK					

Curva 16 Destra		ProgI 4440.41 - ProgF 4822.91			
Coordinate vertice	X:	692832.16	Coordinate I punto Tg X: 692681.93		
Coordinate vertice	Y:	4796962.09	Coordinate I punto Tg Y: 4796836.14		
			Coordinate II punto Tg X: 693027.62		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796977.08		
Tangente Prim. 1:		134.81	TT1 Tangente 1:		196.04
Tangente Prim. 2:		134.81	TT2 Tangente 2:		196.04
Alfa Ang. al Vert.:		144d24'36"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 4440.41 - ProgF 4562.02			
Coordinate vertice	X:	692744.12	Coordinate I punto Tg X: 692681.93		
Coordinate vertice	Y:	4796888.29	Coordinate I punto Tg Y: 4796836.14		
			Coordinate II punto Tg X: 692778.69		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796909.62		
Raggio	:	420.00	Angolo	:	8d17'42"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	81.16
Parametro A	:	226.00	Tangente corta	:	40.62
Scostamento	:	1.47	Sviluppo	:	121.61
Pti (%)	:	1.8	Ptf (%)	:	-7.0
Vp (Km/h) = 110.3					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 196.700 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 150.100 OK					
A >= R/3 = 140.000 OK					
A <= R = 420.000 OK					
A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 4562.02 - ProgF 4701.30			
Coordinate vertice	X:	692838.50	Coordinate I punto Tg X: 692778.69		
Coordinate vertice	Y:	4796946.53	Coordinate I punto Tg Y: 4796909.62		
Coordinate centro curva	X:	692999.27	Coordinate II punto Tg X: 692907.07		
Coordinate centro curva	Y:	4796552.20	Coordinate II punto Tg Y: 4796961.96		
Raggio	:	420.00	Angolo al vertice	:	19d0'1"
Tangente	:	70.28	Sviluppo	:	139.28
Saetta	:	5.76	Corda	:	138.64
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 98.4					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 68.350 OK					
Pt >= Ptmin = 7.000 OK					

Fano - Grosseto

Clotoide in uscita		ProgI 4701.30 - ProgF 4822.91			
Coordinate vertice	X:	692946.70	Coordinate I punto Tg X: 692907.07 Coordinate I punto Tg Y: 4796961.96		
Coordinate vertice	Y:	4796970.87	Coordinate II punto Tg X: 693027.62 Coordinate II punto Tg Y: 4796977.08		
Raggio	:	420.00	Angolo	:	8d17'42"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	81.16
Parametro A	:	226.00	Tangente corta	:	40.62
Scostamento	:	1.47	Sviluppo	:	121.61
Pti (%)	:	-7.0	Ptf (%)	:	2.5
Vp (Km/h) = 106.1					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 172.200 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 153.400 OK					
A >= R/3 = 140.000 OK					
A <= R = 420.000 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 17		ProgI 4822.91 - ProgF 4907.40			
Coordinate P.to Iniziale	X:	693027.62	Coordinate P.to Finale X: 693111.86		
	Y:	4796977.08	Coordinate P.to Finale Y: 4796983.54		
Lunghezza	:	84.49	Azimut	:	4d23'8"
Vp (Km/h) = 101.1					
L >= Lmin = 154.31 No*					
L <= Lmax = 2223.69 OK					
Rprec = 420.00 Rprec > Rmin = 84.49 OK					
Rsucc = 260.00 Rsucc > Rmin = 84.49 OK					

Curva 18 Destra		ProgI 4907.40 - ProgF 5201.93			
Coordinate vertice	X:	693275.18	Coordinate I punto Tg X: 693111.86 Coordinate I punto Tg Y: 4796983.54		
Coordinate vertice	Y:	4796996.07	Coordinate II punto Tg X: 693381.78 Coordinate II punto Tg Y: 4796898.86		
Tangente Prim. 1:	:	112.37	TT1 Tangente 1:	:	163.80
Tangente Prim. 2:	:	112.37	TT2 Tangente 2:	:	144.27
Alfa Ang. al Vert.:	:	133d15'14"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 4907.40 - ProgF 5012.11			
Coordinate vertice	X:	693181.61	Coordinate I punto Tg X: 693111.86 Coordinate I punto Tg Y: 4796983.54		
Coordinate vertice	Y:	4796988.89	Coordinate II punto Tg X: 693216.38 Coordinate II punto Tg Y: 4796984.53		
Raggio	:	260.00	Angolo	:	11d32'15"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	69.96
Parametro A	:	165.00	Tangente corta	:	35.04
Scostamento	:	1.75	Sviluppo	:	104.71
Pti (%)	:	2.5	Ptf (%)	:	-7.0
Vp (Km/h) = 91.7					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 137.100 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 112.200 OK					
A >= R/3 = 86.700 OK					
A <= R = 260.000 OK					
A/Au = 1.320 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.320 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 5012.11 - ProgF 5141.83			
Coordinate vertice	X:	693282.11	Coordinate I punto Tg X: 693216.38		
Coordinate vertice	Y:	4796976.28	Coordinate I punto Tg Y: 4796984.53		
Coordinate centro curva	X:	693184.01	Coordinate II punto Tg X: 693335.87		
Coordinate centro curva	Y:	4796726.55	Coordinate II punto Tg Y: 4796937.59		
Raggio	:	260.00	Angolo al vertice	:	28d35'13"
Tangente	:	66.24	Sviluppo	:	129.72
Saetta	:	8.05	Corda	:	128.38
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 80.0					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 55.560 OK					
Pt >= Ptmin = 7.000 OK					

*Si rimanda alla trattazione a tergo del capitolo 5.2.1.1

Fano - Grosseto

Clotoide in uscita ProgI 5141.83 - ProgF 5201.93

Coordinate vertice X:	693352.15	Coordinate I punto Tg X:	693335.87
Coordinate vertice Y:	4796925.88	Coordinate I punto Tg Y:	4796937.59
		Coordinate II punto Tg X:	693381.78
		Coordinate II punto Tg Y:	4796898.86
Raggio :	260.00	Angolo :	6d37'18"
Parametro N :	1.00	Tangente lunga :	40.09
Parametro A :	125.00	Tangente corta :	20.06
Scostamento :	0.58	Sviluppo :	60.10
Pti (%) :	-7.0	Ptf (%) :	2.5
Vp (Km/h) = 80.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 94.200 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 104.800 OK			
A >= R/3 = 86.700 OK			
A <= R = 260.000 OK			
		Ae/A = 1.320	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
		Ae/A = 1.320	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 19 ProgI 5201.93 - ProgF 5766.87

Coordinate P.to Iniziale X:	693381.78	Coordinate P.to Finale X:	693799.22
Coordinate P.to Iniziale Y:	4796898.86	Coordinate P.to Finale Y:	4796518.21
Lunghezza :	564.94	Azimut :	317d38'22"
Vp (Km/h) = 80.0			
L >= Lmin = 90.00 OK			
L <= Lmax = 1760.00 OK			
		Rprec = 260.00	Rprec >= Rmin = 400.00 No*

*Tratto di Raccordo all'esistente

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	D	12000.00	-0.14	-0.67	-0.53	63.55	0.00	63.55	100.00	1286.01	OK
2	S	6500.00	-0.67	0.67	1.34	87.16	79.03	166.20	102.41	1348.73	OK
3	S	6000.00	0.67	4.00	3.33	200.07	578.24	778.26	120.00	4312.06	OK
4	D	9000.00	4.00	0.50	-3.50	315.10	864.07	1179.07	102.63	5257.99	OK
5	D	14000.00	0.50	-2.88	-3.38	473.33	1266.59	1739.87	120.00	8601.45	OK
6	S	22500.00	-2.88	2.54	5.43	1220.85	1939.77	3160.47	120.00	4341.79	OK
7	D	18000.00	2.54	-0.20	-2.74	494.11	3352.59	3846.66	120.00	8596.60	OK
8	D	11000.00	-0.20	-5.00	-4.80	528.23	3914.89	4442.89	120.00	9001.87	OK
9	S	5600.00	-5.00	-0.11	4.89	273.82	4492.93	4766.63	105.16	3503.50	OK
10	D	12000.00	-0.11	-0.83	-0.72	86.62	4766.79	4853.41	106.14	1448.78	OK
11	D	10000.00	-0.83	-2.54	-1.70	170.12	4968.90	5138.99	84.81	925.07	OK
12	S	10000.00	-2.54	-2.09	0.45	44.72	5139.01	5183.71	80.00	823.05	OK
13	S	7200.00	-2.09	0.03	2.11	152.28	5261.67	5413.93	80.00	823.05	OK

Caratteristiche altimetriche asse Fano - Grosseto

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi : differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

ASSE PRINCIPALE GROSSETO – FANO

Grosseto - Fano

Clotoide in uscita ProgI -9.88 - ProgF 140.71 **ESISTENTE**

Coordinate vertice X:	689261.63	Coordinate I punto Tg X:	689242.56
Coordinate vertice Y:	4795360.90	Coordinate I punto Tg Y:	4795314.41
		Coordinate II punto Tg X:	689309.79
		Coordinate II punto Tg Y:	4795449.06
Raggio :	680.00	Angolo :	6d20'39"
Parametro N :	1.00	Tangente lunga :	100.46
Parametro A :	320.00	Tangente corta :	50.25
Scostamento :	1.39	Sviluppo :	150.59
Pti (%) :	-6.9	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 100.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 162.200 OK			
A >= radq(R/dimax*B1* Pti-Ptf ^100) = 129.100 OK			
A >= R/3 = 226.700 OK			
A <= R = 680.000 OK			
		Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
		Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 3 ProgI 140.71 - ProgF 317.11

Coordinate P.to Iniziale X:	689309.79	Coordinate P.to Finale X:	689394.37
Coordinate P.to Iniziale Y:	4795449.06	Coordinate P.to Finale Y:	4795603.86
Lunghezza :	176.40	Azimut :	61d21'1"
Vp (Km/h) = 116.7			
L >= Lmin = 230.10 No *			
L <= Lmax = 2567.03 OK			
		Rprec = 680.00	Rprec > Rmin = 176.40 OK
		Rsucc = 545.00	Rsucc > Rmin = 176.40 OK

Curva 4 Sinistra ProgI 317.11 - ProgF 752.39

Coordinate vertice X:	689500.88	Coordinate I punto Tg X:	689394.37
Coordinate vertice Y:	4795798.81	Coordinate I punto Tg Y:	4795603.86
		Coordinate II punto Tg X:	689487.06
		Coordinate II punto Tg Y:	4796020.52
Tangente Prim. 1:	157.38	TT1 Tangente 1:	222.14
Tangente Prim. 2:	157.38	TT2 Tangente 2:	222.14
Alfa Ang. al Vert.:	147d47'8"	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 317.11 - ProgF 445.96

Coordinate vertice X:	689435.58	Coordinate I punto Tg X:	689394.37
Coordinate vertice Y:	4795679.30	Coordinate I punto Tg Y:	4795603.86
		Coordinate II punto Tg X:	689451.61
		Coordinate II punto Tg Y:	4795719.21
Raggio :	545.00	Angolo :	6d46'23"
Parametro N :	1.00	Tangente lunga :	85.97
Parametro A :	265.00	Tangente corta :	43.01
Scostamento :	1.27	Sviluppo :	128.85
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 119.2			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 214.900 OK			
A >= radq(R/dimax*B1* Pti-Ptf ^100) = 185.200 OK			
A >= R/3 = 181.700 OK			
A <= R = 545.000 OK			
		A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
		A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 445.96 - ProgF 623.53

Coordinate vertice X:	689484.99	Coordinate I punto Tg X:	689451.61
Coordinate vertice Y:	4795802.34	Coordinate I punto Tg Y:	4795719.21
Coordinate centro curva X:	688945.86	Coordinate II punto Tg X:	689490.00
Coordinate centro curva Y:	4795922.28	Coordinate II punto Tg Y:	4795891.78
Raggio :	545.00	Angolo al vertice :	18d40'6"
Tangente :	89.58	Sviluppo :	177.57
Saetta :	7.22	Corda :	176.79
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 110.1			
R >= Rmin = 175.376 OK			
Sv >= Smin = 76.420 OK			
Pt >= Ptmin = 7.000 OK			

*Si rimanda alla trattazione a tergo del capitolo 5.2.1.2

Grosseto - Fano

Clotoide in uscita		ProgI 623.53 - ProgF 752.39			
Coordinate vertice	X:	689492.41	Coordinate I punto Tg X: 689490.00 Coordinate I punto Tg Y: 4795891.78		
Coordinate vertice	Y:	4795934.72	Coordinate II punto Tg X: 689487.06 Coordinate II punto Tg Y: 4796020.52		
Raggio	:	545.00	Angolo	:	6d46'23"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	85.97
Parametro A	:	265.00	Tangente corta	:	43.01
Scostamento	:	1.27	Sviluppo	:	128.85
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	-1.9
Vp (Km/h) = 117.4					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 211.200 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 178.200 OK					
A >= R/3 = 181.700 OK					
A <= R = 545.000 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 5		ProgI 752.39 - ProgF 763.95			
Coordinate P.to Iniziale	X:	689487.06	Coordinate P.to Finale X: 689486.34		
	Y:	4796020.52	Coordinate P.to Finale Y: 4796032.06		
Lunghezza	:	11.57	Azimut	:	93d33'53"
Vp (Km/h) = 112.9					
L <= Lmax = 2483.33 OK					
Rprec = 545.00 Rprec > Rmin = 11.57 OK					
Rsucc = 438.00 Rsucc > Rmin = 11.57 OK					

Curva 6 Destra		ProgI 763.95 - ProgF 1416.99			
Coordinate vertice	X:	689464.28	Coordinate I punto Tg X: 689486.34 Coordinate I punto Tg Y: 4796032.06		
Coordinate vertice	Y:	4796386.15	Coordinate II punto Tg X: 689795.37 Coordinate II punto Tg Y: 4796549.58		
Tangente Prim. 1:	:	291.52	TT1 Tangente 1:	:	354.78
Tangente Prim. 2:	:	291.52	TT2 Tangente 2:	:	369.22
Alfa Ang. al Vert.:	:	112d42'24"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 763.95 - ProgF 886.84			
Coordinate vertice	X:	689481.24	Coordinate I punto Tg X: 689486.34 Coordinate I punto Tg Y: 4796032.06		
Coordinate vertice	Y:	4796113.91	Coordinate II punto Tg X: 689484.44 Coordinate II punto Tg Y: 4796154.83		
Raggio	:	438.00	Angolo	:	8d2'15"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	82.01
Parametro A	:	232.00	Tangente corta	:	41.04
Scostamento	:	1.44	Sviluppo	:	122.89
Pti (%)	:	-2.7	Ptf (%)	:	-7.0
Vp (Km/h) = 111.8					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 231.700 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 108.100 OK					
A >= R/3 = 146.000 OK					
A <= R = 438.000 OK					
A/Au = 0.890 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 0.890 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 886.84 - ProgF 1262.65			
Coordinate vertice	X:	689500.07	Coordinate I punto Tg X: 689484.44		
Coordinate vertice	Y:	4796354.57	Coordinate I punto Tg Y: 4796154.83		
Coordinate centro curva	X:	689921.11	Coordinate II punto Tg X: 689661.40		
Coordinate centro curva	Y:	4796120.67	Coordinate II punto Tg Y: 4796473.37		
Raggio	:	438.00	Angolo al vertice	:	49d9'41"
Tangente	:	200.35	Sviluppo	:	375.82
Saetta	:	39.69	Corda	:	364.39
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 100.1					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 69.490 OK					
Pt >= Ptmin = 7.000 OK					

Grosseto - Fano

Clotoide in uscita		ProgI 1262.65 - ProgF 1416.99			
Coordinate vertice	X:	689702.95	Coordinate I punto Tg X: 689661.40		
Coordinate vertice	Y:	4796503.96	Coordinate I punto Tg Y: 4796473.37		
			Coordinate II punto Tg X: 689795.37		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796549.58		
Raggio	:	438.00	Angolo	:	10d5'41"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	103.06
Parametro A	:	260.00	Tangente corta	:	51.60
Scostamento	:	2.26	Sviluppo	:	154.34
Pti (%)	:	-7.0	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 114.6					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 243.600 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 112.000 OK					
A >= R/3 = 146.000 OK					
A <= R = 438.000 OK					
Ae/A = 0.890 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 0.890 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 7		ProgI 1416.99 - ProgF 1483.76			
Coordinate P.to Iniziale	X:	689795.37	Coordinate P.to Finale X: 689855.24		
	Y:	4796549.58	Coordinate P.to Finale Y: 4796579.13		
Lunghezza	:	66.77	Azimut	:	26d16'17"
Vp (Km/h) = 120.0					
L >= Lmin = 250.00 No*					
L <= Lmax = 2640.00 OK					
Rprec = 438.00 Rprec > Rmin = 66.77 OK					
Rsucc = 1100.00 Rsucc > Rmin = 66.77 OK					

Curva 8 Destra		ProgI 1483.76 - ProgF 1887.09			
Coordinate vertice	X:	690036.76	Coordinate I punto Tg X: 689855.24		
Coordinate vertice	Y:	4796668.74	Coordinate I punto Tg Y: 4796579.13		
			Coordinate II punto Tg X: 690234.70		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796711.17		
Tangente Prim. 1:		136.72	TT1 Tangente 1:		202.43
Tangente Prim. 2:		136.72	TT2 Tangente 2:		202.43
Alfa Ang. al Vert.:		165d49'47"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 1483.76 - ProgF 1615.03			
Coordinate vertice	X:	689933.73	Coordinate I punto Tg X: 689855.24		
Coordinate vertice	Y:	4796617.88	Coordinate I punto Tg Y: 4796579.13		
			Coordinate II punto Tg X: 689974.07		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796634.88		
Raggio	:	1100.00	Angolo	:	3d25'8"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	87.53
Parametro A	:	380.00	Tangente corta	:	43.77
Scostamento	:	0.65	Sviluppo	:	131.27
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	-5.1
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 257.000 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 137.600 OK					
A >= R/3 = 366.700 OK					
A <= R = 1100.000 OK					
A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 1615.03 - ProgF 1755.81			
Coordinate vertice	X:	690039.02	Coordinate I punto Tg X: 689974.07		
Coordinate vertice	Y:	4796662.25	Coordinate I punto Tg Y: 4796634.88		
Coordinate centro curva	X:	690401.26	Coordinate II punto Tg X: 690106.94		
Coordinate centro curva	Y:	4795621.22	Coordinate II punto Tg Y: 4796681.11		
Raggio	:	1100.00	Angolo al vertice	:	7d19'58"
Tangente	:	70.49	Sviluppo	:	140.78
Saetta	:	2.25	Corda	:	140.68
Pt (%)	:	5.1			
Vp (Km/h) = 120.0					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 83.330 OK					
Pt >= Ptmin = 5.083 OK					

*Si rimanda alla trattazione a tergo del capitolo 5.2.1.2

Grosseto - Fano

Clotoide in uscita ProgI 1755.81 - ProgF 1887.09			
Coordinate vertice X:	690149.11	Coordinate I punto Tg X:	690106.94
Coordinate vertice Y:	4796692.82	Coordinate I punto Tg Y:	4796681.11
		Coordinate II punto Tg X:	690234.70
		Coordinate II punto Tg Y:	4796711.17
Raggio :	1100.00	Angolo :	3d25'8"
Parametro N :	1.00	Tangente lunga :	87.53
Parametro A :	380.00	Tangente corta :	43.77
Scostamento :	0.65	Sviluppo :	131.27
Pti (%) :	-5.1	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 120.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 257.000 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 137.600 OK		
A >= R/3	= 366.700 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 1100.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 9 ProgI 1887.09 - ProgF 2526.67			
Coordinate P.to Iniziale X:	690234.70	Coordinate P.to Finale X:	690860.07
Coordinate P.to Iniziale Y:	4796711.17	Coordinate P.to Finale Y:	4796845.25
Lunghezza :	639.58	Azimut :	12d6'4"
Vp (Km/h) = 120.0			
L >= Lmin =	250.00 OK	Rprec =	1100.00 Rprec >= Rmin = 400.00 OK
L <= Lmax =	2640.00 OK	Rsucc =	640.00 Rsucc >= Rmin = 400.00 OK

Curva 10 Destra ProgI 2526.67 - ProgF 3118.22			
Coordinate vertice X:	691156.09	Coordinate I punto Tg X:	690860.07
Coordinate vertice Y:	4796908.72	Coordinate I punto Tg Y:	4796845.25
		Coordinate II punto Tg X:	691435.33
		Coordinate II punto Tg Y:	4796791.74
Tangente Prim. 1:	200.75	TT1 Tangente 1:	302.75
Tangente Prim. 2:	200.75	TT2 Tangente 2:	302.75
Alfa Ang. al Vert.:	145d10'12"	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 2526.67 - ProgF 2729.17			
Coordinate vertice X:	690992.24	Coordinate I punto Tg X:	690860.07
Coordinate vertice Y:	4796873.59	Coordinate I punto Tg Y:	4796845.25
		Coordinate II punto Tg X:	691059.81
		Coordinate II punto Tg Y:	4796877.17
Raggio :	640.00	Angolo :	9d3'52"
Parametro N :	1.00	Tangente lunga :	135.18
Parametro A :	360.00	Tangente corta :	67.66
Scostamento :	2.67	Sviluppo :	202.50
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	-7.0
Vp (Km/h) = 120.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 256.400 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 138.600 OK		
A >= R/3	= 213.300 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 640.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 2729.17 - ProgF 2915.72			
Coordinate vertice X:	691153.62	Coordinate I punto Tg X:	691059.81
Coordinate vertice Y:	4796882.15	Coordinate I punto Tg Y:	4796877.17
Coordinate centro curva X:	691093.71	Coordinate II punto Tg X:	691244.90
Coordinate centro curva Y:	4796238.07	Coordinate II punto Tg Y:	4796859.96
Raggio :	640.00	Angolo al vertice :	16d42'5"
Tangente :	93.94	Sviluppo :	186.55
Saetta :	6.79	Corda :	185.90
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 117.9			
R >= Rmin =	175.376 OK		
Sv >= Smin =	81.880 OK		
Pt >= Ptmin =	7.000 OK		

Grosseto - Fano

Clotoide in uscita ProgI 2915.72 - ProgF 3118.22					
Coordinate vertice	X:	691310.65	Coordinate I punto Tg X: 691244.90 Coordinate I punto Tg Y: 4796859.96		
Coordinate vertice	Y:	4796843.97	Coordinate II punto Tg X: 691435.33 Coordinate II punto Tg Y: 4796791.74		
Raggio	:	640.00	Angolo	:	9d3'52"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	135.18
Parametro A	:	360.00	Tangente corta	:	67.66
Scostamento	:	2.67	Sviluppo	:	202.50
Pti (%)	:	-7.0	Ptf (%)	:	-3.1
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 261.800 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 129.700 OK					
A >= R/3 = 213.300 OK					
A <= R = 640.000 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo l1 ProgI 3118.22 - ProgF 3175.52					
Coordinate P.to Iniziale	X:	691435.33	Coordinate P.to Finale X: 691488.18		
	Y:	4796791.74	Coordinate P.to Finale Y: 4796769.60		
Lunghezza	:	57.30	Azimut	:	337d16'16"
Vp (Km/h) = 120.0					
L <= Lmax = 2640.00 OK					
Rprec = 640.00 Rprec > Rmin = 57.30 OK					
Rsucc = 940.00 Rsucc > Rmin = 57.30 OK					

Curva 12 Sinistra ProgI 3175.52 - ProgF 3677.67					
Coordinate vertice	X:	691728.15	Coordinate I punto Tg X: 691488.18 Coordinate I punto Tg Y: 4796769.60		
Coordinate vertice	Y:	4796669.08	Coordinate II punto Tg X: 691974.43 Coordinate II punto Tg Y: 4796662.58		
Tangente Prim. 1:		176.07	TT1 Tangente 1:		260.17
Tangente Prim. 2:		176.07	TT2 Tangente 2:		246.37
Alfa Ang. al Vert.:		158d46'56"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata ProgI 3175.52 - ProgF 3345.74					
Coordinate vertice	X:	691592.89	Coordinate I punto Tg X: 691488.18 Coordinate I punto Tg Y: 4796769.60		
Coordinate vertice	Y:	4796725.74	Coordinate II punto Tg X: 691647.03 Coordinate II punto Tg Y: 4796708.63		
Raggio	:	940.00	Angolo	:	5d11'15"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	113.52
Parametro A	:	400.00	Tangente corta	:	56.78
Scostamento	:	1.28	Sviluppo	:	170.21
Pti (%)	:	0.4	Ptf (%)	:	5.6
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 223.000 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 181.500 OK					
A >= R/3 = 313.300 OK					
A <= R = 940.000 OK					
A/Au = 1.110 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.110 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco ProgI 3345.74 - ProgF 3539.79					
Coordinate vertice	X:	691739.88	Coordinate I punto Tg X: 691647.03		
Coordinate vertice	Y:	4796679.28	Coordinate I punto Tg Y: 4796708.63		
Coordinate centro curva	X:	691930.34	Coordinate II punto Tg X: 691836.77		
Coordinate centro curva	Y:	4797604.92	Coordinate II punto Tg Y: 4796669.59		
Raggio	:	940.00	Angolo al vertice	:	11d49'42"
Tangente	:	97.37	Sviluppo	:	194.06
Saetta	:	5.00	Corda	:	193.71
Pt (%)	:	5.6			
Vp (Km/h) = 120.0					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 83.330 OK					
Pt >= Ptmin = 5.620 OK					

Grosseto - Fano

Clotoide in uscita		ProgI 3539.79 - ProgF 3677.67			
Coordinate vertice	X:	691882.52	Coordinate I punto Tg X: 691836.77		
Coordinate vertice	Y:	4796665.01	Coordinate I punto Tg Y: 4796669.59		
			Coordinate II punto Tg X: 691974.43		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796662.58		
Raggio	:	940.00	Angolo	:	4d12'7"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	91.94
Parametro A	:	360.00	Tangente corta	:	45.98
Scostamento	:	0.84	Sviluppo	:	137.87
Pti (%)	:	5.6	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 169.600 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 225.600 OK					
A >= R/3 = 313.300 OK					
A <= R = 940.000 OK					
Ae/A = 1.110 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.110 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 13		ProgI 3677.67 - ProgF 3958.23			
Coordinate P.to Iniziale	X:	691974.43	Coordinate P.to Finale X: 692254.89		
	Y:	4796662.58	Coordinate P.to Finale Y: 4796655.18		
Lunghezza	:	280.56	Azimut	:	358d29'19"
Vp (Km/h) = 120.0					
L >= Lmin = 250.00 OK					
L <= Lmax = 2640.00 OK					
Rprec = 940.00 Rprec > Rmin = 280.56 OK					
Rsucc = 545.00 Rsucc > Rmin = 280.56 OK					

Curva 14 Sinistra		ProgI 3958.23 - ProgF 4500.86			
Coordinate vertice	X:	692537.21	Coordinate I punto Tg X: 692254.89		
Coordinate vertice	Y:	4796647.74	Coordinate I punto Tg Y: 4796655.18		
			Coordinate II punto Tg X: 692746.78		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796837.04		
Tangente Prim. 1:		218.00	TT1 Tangente 1:		282.41
Tangente Prim. 2:		218.00	TT2 Tangente 2:		282.41
Alfa Ang. al Vert.:		136d23'48"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 3958.23 - ProgF 4086.11			
Coordinate vertice	X:	692340.18	Coordinate I punto Tg X: 692254.89		
Coordinate vertice	Y:	4796652.93	Coordinate I punto Tg Y: 4796655.18		
			Coordinate II punto Tg X: 692382.69		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796656.81		
Raggio	:	545.00	Angolo	:	6d43'20"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	85.32
Parametro A	:	264.00	Tangente corta	:	42.68
Scostamento	:	1.25	Sviluppo	:	127.88
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	7.0
Vp (Km/h) = 120.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 218.800 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 185.800 OK					
A >= R/3 = 181.700 OK					
A <= R = 545.000 OK					
A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 4086.11 - ProgF 4372.98			
Coordinate vertice	X:	692528.92	Coordinate I punto Tg X: 692382.69		
Coordinate vertice	Y:	4796670.15	Coordinate I punto Tg Y: 4796656.81		
Coordinate centro curva	X:	692333.19	Coordinate II punto Tg X: 692648.66		
Coordinate centro curva	Y:	4797199.56	Coordinate II punto Tg Y: 4796755.15		
Raggio	:	545.00	Angolo al vertice	:	30d9'32"
Tangente	:	146.84	Sviluppo	:	286.87
Saetta	:	18.77	Corda	:	283.57
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 110.1					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 76.420 OK					
Pt >= Ptmin = 7.000 OK					

Grosseto - Fano

Clotoide in uscita ProgI 4372.98 - ProgF 4500.86			
Coordinate vertice X:	692683.47	Coordinate I punto Tg X:	692648.66
Coordinate vertice Y:	4796779.85	Coordinate I punto Tg Y:	4796755.15
		Coordinate II punto Tg X:	692746.78
		Coordinate II punto Tg Y:	4796837.04
Raggio :	545.00	Angolo :	6d43'20"
Parametro N :	1.00	Tangente lunga :	85.32
Parametro A :	264.00	Tangente corta :	42.68
Scostamento :	1.25	Sviluppo :	127.88
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 113.9			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]		= 188.100 OK	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)		= 180.700 OK	
A >= R/3		= 181.700 OK	
A <= R		= 545.000 OK	
		Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
		Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 15 ProgI 4500.86 - ProgF 4501.47			
Coordinate P.to Iniziale X:	692746.78	Coordinate P.to Finale X:	692747.23
Coordinate P.to Iniziale Y:	4796837.04	Coordinate P.to Finale Y:	4796837.45
Lunghezza :	0.61	Azimut :	42d5'31"
Vp (Km/h) = 105.3			
L <= Lmax =	0.00	Rprec =	545.00
	2315.61 OK	Rsucc =	365.00
		Rprec > Rmin =	0.61 OK
		Rsucc > Rmin =	0.61 OK

Curva 16 Destra ProgI 4501.47 - ProgF 4859.76			
Coordinate vertice X:	692883.79	Coordinate I punto Tg X:	692747.23
Coordinate vertice Y:	4796960.81	Coordinate I punto Tg Y:	4796837.45
		Coordinate II punto Tg X:	693067.16
		Coordinate II punto Tg Y:	4796976.26
Tangente Prim. 1:	123.10	TT1 Tangente 1:	184.02
Tangente Prim. 2:	123.10	TT2 Tangente 2:	184.02
Alfa Ang. al Vert.:	142d43'27"	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 4501.47 - ProgF 4622.30			
Coordinate vertice X:	692807.09	Coordinate I punto Tg X:	692747.23
Coordinate vertice Y:	4796891.52	Coordinate I punto Tg Y:	4796837.45
		Coordinate II punto Tg X:	692841.10
		Coordinate II punto Tg Y:	4796913.28
Raggio :	365.00	Angolo :	9d28'59"
Parametro N :	1.00	Tangente lunga :	80.66
Parametro A :	210.00	Tangente corta :	40.38
Scostamento :	1.66	Sviluppo :	120.82
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	-7.0
Vp (Km/h) = 105.2			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]		= 205.600 OK	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)		= 97.900 OK	
A >= R/3		= 121.700 OK	
A <= R		= 365.000 OK	
		A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
		A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 4622.30 - ProgF 4738.94			
Coordinate vertice X:	692890.65	Coordinate I punto Tg X:	692841.10
Coordinate vertice Y:	4796944.98	Coordinate I punto Tg Y:	4796913.28
Coordinate centro curva X:	693037.80	Coordinate II punto Tg X:	692947.65
Coordinate centro curva Y:	4796605.82	Coordinate II punto Tg Y:	4796959.51
Raggio :	365.00	Angolo al vertice :	18d18'35"
Tangente :	58.82	Sviluppo :	116.64
Saetta :	4.65	Corda :	116.15
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 93.1			
R >= Rmin =	175.376 OK		
Sv >= Smin =	64.650 OK		
Pt >= Ptmin =	7.000 OK		

Grosseto - Fano

Clotoide in uscita		ProgI 4738.94 - ProgF 4859.76			
Coordinate vertice	X:	692986.78	Coordinate I punto Tg X: 692947.65 Coordinate I punto Tg Y: 4796959.51		
Coordinate vertice	Y:	4796969.48	Coordinate II punto Tg X: 693067.16 Coordinate II punto Tg Y: 4796976.26		
Raggio	:	365.00	Angolo	:	9d28'59"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	80.66
Parametro A	:	210.00	Tangente corta	:	40.38
Scostamento	:	1.66	Sviluppo	:	120.82
Pti (%)	:	-7.0	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 102.7					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 194.700 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 96.800 OK					
A >= R/3 = 121.700 OK					
A <= R = 365.000 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK					
Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK					

Rettifilo 17		ProgI 4859.76 - ProgF 4891.66			
Coordinate P.to Iniziale	X:	693067.16	Coordinate P.to Finale X: 693098.95		
	Y:	4796976.26	Coordinate P.to Finale Y: 4796978.93		
Lunghezza	:	31.90	Azimut	:	4d48'58"
Vp (Km/h) = 99.3					
L >= Lmin = 147.55 No*					
L <= Lmax = 2184.58 OK					
Rprec = 365.00 Rprec > Rmin = 31.90 OK					
Rsucc = 280.00 Rsucc > Rmin = 31.90 OK					

Curva 18 Destra		ProgI 4891.66 - ProgF 5231.58			
Coordinate vertice	X:	693275.98	Coordinate I punto Tg X: 693098.95 Coordinate I punto Tg Y: 4796978.93		
Coordinate vertice	Y:	4796993.85	Coordinate II punto Tg X: 693407.25 Coordinate II punto Tg Y: 4796874.15		
Tangente Prim. 1:	:	122.26	TT1 Tangente 1:	:	177.66
Tangente Prim. 2:	:	122.26	TT2 Tangente 2:	:	177.66
Alfa Ang. al Vert.:	:	132d49'24"	Numero Archi	:	1

Clotoide in entrata		ProgI 4891.66 - ProgF 5001.03			
Coordinate vertice	X:	693171.75	Coordinate I punto Tg X: 693098.95 Coordinate I punto Tg Y: 4796978.93		
Coordinate vertice	Y:	4796985.07	Coordinate II punto Tg X: 693208.12 Coordinate II punto Tg Y: 4796981.01		
Raggio	:	280.00	Angolo	:	11d11'26"
Parametro N	:	1.00	Tangente lunga	:	73.06
Parametro A	:	175.00	Tangente corta	:	36.59
Scostamento	:	1.78	Sviluppo	:	109.38
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	-7.0
Vp (Km/h) = 95.7					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 171.700 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 81.900 OK					
A >= R/3 = 93.300 OK					
A <= R = 280.000 OK					
A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK					
A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK					

Arco		ProgI 5001.03 - ProgF 5122.21			
Coordinate vertice	X:	693269.29	Coordinate I punto Tg X: 693208.12		
Coordinate vertice	Y:	4796974.17	Coordinate I punto Tg Y: 4796981.01		
Coordinate centro curva	X:	693177.03	Coordinate II punto Tg X: 693321.95		
Coordinate centro curva	Y:	4796702.74	Coordinate II punto Tg Y: 4796942.32		
Raggio	:	280.00	Angolo al vertice	:	24d47'44"
Tangente	:	61.55	Sviluppo	:	121.17
Saetta	:	6.53	Corda	:	120.23
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 83.6					
R >= Rmin = 175.376 OK					
Sv >= Smin = 58.030 OK					
Pt >= Ptmin = 7.000 OK					

*Si rimanda alla trattazione a tergo del capitolo 5.2.1.2

Grosseto - Fano

Clotoide in uscita ProgI 5122.21 - ProgF 5231.58

Coordinate vertice X:	693353.26	Coordinate I punto Tg X:	693321.95
Coordinate vertice Y:	4796923.38	Coordinate I punto Tg Y:	4796942.32
		Coordinate II punto Tg X:	693407.25
		Coordinate II punto Tg Y:	4796874.15
Raggio :	280.00	Angolo :	11d11'26"
Parametro N :	1.00	Tangente lunga :	73.06
Parametro A :	175.00	Tangente corta :	36.59
Scostamento :	1.78	Sviluppo :	109.38
Pti (%) :	-7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 95.9			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 172.400 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 81.900 OK			
A >= R/3 = 93.300 OK			
A <= R = 280.000 OK			
		Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
		Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 19 ProgI 5231.58 - ProgF 5761.05

Coordinate P.to Iniziale X:	693407.25	Coordinate P.to Finale X:	693798.48
Coordinate P.to Iniziale Y:	4796874.15	Coordinate P.to Finale Y:	4796517.40
Lunghezza :	529.46	Azimut :	317d38'22"
Vp (Km/h) = 100.0			
L >= Lmin = 150.00 OK			
L <= Lmax = 2200.00 OK			
		Rprec = 280.00	Rprec >= Rmin = 400.00 No*

*Tratto di Raccordo all'esistente

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	8000.00	-0.24	0.49	0.74	58.87	19.27	78.13	100.00	1286.01	OK
2	S	20000.00	0.49	0.75	0.25	50.37	222.57	272.93	112.51	1627.75	OK
3	S	5000.00	0.75	4.79	4.05	202.35	603.04	805.30	117.44	4359.39	OK
4	D	9000.00	4.79	0.16	-4.63	416.61	806.00	1222.44	107.77	6210.45	OK
5	D	18000.00	0.16	-2.88	-3.04	547.78	1223.49	1771.20	120.00	8647.07	OK
6	S	22300.00	-2.88	2.50	5.38	1199.59	1934.49	3133.94	120.00	4343.42	OK
7	D	16200.00	2.50	-4.59	-7.09	1148.78	3381.01	4529.48	120.00	8562.06	OK
8	S	5600.00	-4.59	-1.08	3.51	196.41	4530.49	4726.81	102.29	3203.79	OK
9	S	15000.00	-1.08	-0.68	0.40	59.98	4867.55	4927.53	98.43	1245.98	OK
10	D	10000.00	-0.68	-2.14	-1.46	145.84	4927.56	5073.38	91.75	1082.59	OK
11	S	15000.00	-2.14	-1.92	0.22	33.42	5135.31	5168.72	88.82	1014.62	OK
12	S	6000.00	-1.92	0.03	1.95	116.81	5281.74	5398.55	100.00	1286.01	OK

Caratteristiche altimetriche asse Grosseto - Fano

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi : differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

SVINCOLO CERCHIAIA

RAMPA FANO – FIRENZE
VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO

SIENA-Svincolo Cerchiaia- Rampa Fano-Firenze

Dati generali sul tracciato Sv.Cerchiaia-Fano-Firenze

Progressiva Iniziale (m): 0.0000 Lunghezza (m) : 175.3989
 Progressiva Finale (m): 175.3989
 Strada Tipo : Rampa diretta - Tipo 2
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 60

Rettifilo 1 ProgI 0.0000 - ProgF 89.7656

Coordinate P.to Iniziale X:	689638.8829	Coordinate P.to Finale X:	689568.2125
Y:	4796479.0093	Y:	4796423.6599
Lunghezza :	89.7656	Azimut :	218
Vp (Km/h) = 60.0			

Curva 2 Destra ProgI 89.7656 - ProgF 170.9298

Coordinate vertice X:	689537.2710	Coordinate I punto Tg X:	689568.2125
Coordinate vertice Y:	4796399.4264	Coordinate I punto Tg Y:	4796423.6599
		Coordinate II punto Tg X:	689496.8331
		Coordinate II punto Tg Y:	4796386.4611
Tangente Prim. 1:	21.4737	TT1 Tangente 1:	39.3019
Tangente Prim. 2:	21.4737	TT2 Tangente 2:	42.4655
Alfa Ang. al Vert.:	160	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 89.7656 - ProgF 123.8989

Coordinate vertice X:	689550.2785	Coordinate I punto Tg X:	689568.2125
Coordinate vertice Y:	4796409.6140	Coordinate I punto Tg Y:	4796423.6599
		Coordinate II punto Tg X:	689540.3981
		Coordinate II punto Tg Y:	4796403.9280
Raggio :	120.0000	Angolo :	8
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	22.7797
Parametro A :	64.0000	Tangente corta :	11.3997
Scostamento :	0.4043	Sviluppo :	34.1333
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-3.2
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 55.900 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 64.000 OK			
A >= R/3 = 40.000 OK			
A <= R = 120.000 OK			
		A/Au = 0.890	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
		A/Au = 0.890	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 123.8989 - ProgF 127.7298

Coordinate vertice X:	689538.7377	Coordinate I punto Tg X:	689540.3981
Coordinate vertice Y:	4796402.9725	Coordinate I punto Tg Y:	4796403.9280
Coordinate centro curva X:	689480.5442	Coordinate II punto Tg X:	689537.0478
Coordinate centro curva Y:	4796507.9353	Coordinate II punto Tg Y:	4796402.0705
Raggio :	120.0000	Angolo al vertice :	2
Tangente :	1.9156	Sviluppo :	3.8309
Saetta :	0.0153	Corda :	3.8307
Pt (%) :	3.2		
Vp (Km/h) = 60.0			
R >= Rmin = 45.0000 OK			

Clotoide in uscita ProgI 127.7298 - ProgF 170.9298

Coordinate vertice X:	689524.3047	Coordinate I punto Tg X:	689537.0478
Coordinate vertice Y:	4796395.2691	Coordinate I punto Tg Y:	4796402.0705
		Coordinate II punto Tg X:	689496.8331
		Coordinate II punto Tg Y:	4796386.4611
Raggio :	120.0000	Angolo :	10
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	28.8490
Parametro A :	72.0000	Tangente corta :	14.4446
Scostamento :	0.6473	Sviluppo :	43.2000
Pti (%) :	-3.2	Ptf (%) :	-6.0
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 69.800 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 33.200 OK			
A >= R/3 = 40.000 OK			
A <= R = 120.000 OK			
		Ae/A = 0.890	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
		Ae/A = 0.890	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

SIENA-Svincolo Cerchiaia- Rampa Fano-Firenze

Rettifilo 3 ProgI 170.9298 - ProgF 175.3989

Coordinate P.to Iniziale X:	689496.8331	Coordinate P.to Finale X:	689492.5775
Y:	4796386.4611	Y:	4796385.0966

Lunghezza :	4.4690	Azimut :	198
-------------	--------	----------	-----

Vp (Km/h) = 60.0

Rprec = 120.0000 Rprec > Rmin = 4.4700 OK

L <= Lmax = 1320.0000 OK

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	6500	-0,46	0,49	0,95	61,88	1,28	63,17	60,00	1000	OK
2	D	2000	0,49	-3,42	-3,90	78,10	65,11	143,20	60,00	2000	OK
3	S	1000	-3,42	-1,90	1,51	15,13	145,86	160,99	60,00	1000	OK

Caratteristiche altimetriche rampa Fano - Firenze

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi : differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

RAMPA FIRENZE – FANO
VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO

Svincolo Cerchiaia - Firenze-Fano

Dati generali sul tracciato Sv.Cerchiaia-Firenze-Fano

Progressiva Iniziale (m): 0.0000 Lunghezza (m) : 876.4112
 Progressiva Finale (m): 876.4112
 Strada Tipo : Rampa semidiretta - Tipo 2
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 60

Arco 1 Destra ProgI 0.0000 - ProgF 15.5682

Coordinate vertice X:	689444.1334	Coordinate I punto Tg X:	689441.9500
Coordinate vertice Y:	4796112.4256	Coordinate I punto Tg Y:	4796119.8984
Coordinate centro curva X:	689085.8390	Coordinate II punto Tg X:	689446.0014
Coordinate centro curva Y:	4796015.8505	Coordinate II punto Tg Y:	4796104.8678
Raggio :	371.0000	Angolo al vertice :	2
Tangente :	7.7852	Sviluppo :	15.5682
Saetta :	0.0817	Corda :	15.5670
Pt (%) :	3.4		
Vp (Km/h) = 60.0 R >= Rmin = 44.994 OK			

Rettifilo 2 ProgI 15.5682 - ProgF 26.7412

Coordinate P.to Iniziale X:	689446.0014	Coordinate P.to Finale X:	689448.6822
Coordinate P.to Iniziale Y:	4796104.8678	Coordinate P.to Finale Y:	4796094.0211
Lunghezza :	11.1730	Azimut :	284
Vp (Km/h) = 60.0			

Curva 3 Destra ProgI 26.7412 - ProgF 216.3846

Coordinate vertice X:	689474.0376	Coordinate I punto Tg X:	689448.6822
Coordinate vertice Y:	4795991.4337	Coordinate I punto Tg Y:	4796094.0211
		Coordinate II punto Tg X:	689438.8043
		Coordinate II punto Tg Y:	4795909.2103
Tangente Prim. 1:	73.7783	TT1 Tangente 1:	105.6743
Tangente Prim. 2:	73.7783	TT2 Tangente 2:	89.4543
Alfa Ang. al Vert.:	143	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 26.7412 - ProgF 92.1957

Coordinate vertice X:	689459.1644	Coordinate I punto Tg X:	689448.6822
Coordinate vertice Y:	4796051.6103	Coordinate I punto Tg Y:	4796094.0211
		Coordinate II punto Tg X:	689461.2067
		Coordinate II punto Tg Y:	4796029.8416
Raggio :	220.0000	Angolo :	9
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	43.6871
Parametro A :	120.0000	Tangente corta :	21.8643
Scostamento :	0.8108	Sviluppo :	65.4545
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	-4.7
Vp (Km/h) = 60.0 $A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Ptf - Pti))/c]$ = 67.600 OK $A \geq \text{radq}(R/\text{dimax} \cdot Bi \cdot Pti - Ptf \cdot 100)$ = 40.200 OK $A \geq R/3$ = 73.300 OK A/Au = 1.500 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK $A \leq R$ = 220.000 OK A/Au = 1.500 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK			

Arco ProgI 92.1957 - ProgF 187.2937

Coordinate vertice X:	689465.7185	Coordinate I punto Tg X:	689461.2067
Coordinate vertice Y:	4795981.7493	Coordinate I punto Tg Y:	4796029.8416
Coordinate centro curva X:	689242.1685	Coordinate II punto Tg X:	689449.6682
Coordinate centro curva Y:	4796009.2922	Coordinate II punto Tg Y:	4795936.1904
Raggio :	220.0000	Angolo al vertice :	25
Tangente :	48.3034	Sviluppo :	95.0979
Saetta :	5.1184	Corda :	94.3593
Pt (%) :	4.7		
Vp (Km/h) = 60.0 R >= Rmin = 44.994 OK			

Svincolo Cerchiaia - Firenze-Fano

Clotoide in uscita ProgI 187.2937 - ProgF 216.3846					
Coordinate vertice	X:	689446.4447	Coordinate I punto Tg X: 689449.6682 Coordinate I punto Tg Y: 4795936.1904		
Coordinate vertice	Y:	4795927.0406	Coordinate II punto Tg X: 689438.8043 Coordinate II punto Tg Y: 4795909.2103		
Raggio	:	220.0000	Angolo	:	4
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	19.3984
Parametro A	:	80.0000	Tangente corta	:	9.7010
Scostamento	:	0.1603	Sviluppo	:	29.0909
Pti (%)	:	-4.7	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 60.0 $A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Ptf - Pti))/c]$ = 67.600 OK $A \geq \text{radq}(R/\text{dimax} \cdot Bi \cdot Pti - Ptf \cdot 100)$ = 40.200 OK $A \geq R/3$ = 73.300 OK $A \leq R$ = 220.000 OK Ae/A = 1.500 Ae/A $\geq 2/3$ = 0.670 OK Ae/A = 1.500 Ae/A $\leq 3/2$ = 1.500 OK					

Rettifilo 4 ProgI 216.3846 - ProgF 257.5839					
Coordinate P.to Iniziale	X:	689438.8043	Coordinate P.to Finale X: 689422.5772		
	Y:	4795909.2103	Coordinate P.to Finale Y: 4795871.3413		
Lunghezza	:	41.1993	Azimut	:	247
Vp (Km/h) = 60.0					

Clotoide in entrata 5 ProgI 257.5839 - ProgF 319.8946					
Coordinate vertice	X:	689406.0175	Coordinate I punto Tg X: 689422.5772 Coordinate I punto Tg Y: 4795871.3413		
Coordinate vertice	Y:	4795832.6961	Coordinate II punto Tg X: 689407.5196 Coordinate II punto Tg Y: 4795811.5209		
Raggio	:	65.5000	Angolo	:	27
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	42.0437
Parametro A	:	63.8854	Tangente corta	:	21.2285
Scostamento	:	2.4500	Sviluppo	:	62.3107
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	7.0
Vp (Km/h) = 59.1 $A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Ptf - Pti))/c]$ = 63.400 OK $A \geq \text{radq}(R/\text{dimax} \cdot Bi \cdot Pti - Ptf \cdot 100)$ = 45.200 OK $A \geq R/3$ = 21.800 OK $A \leq R$ = 65.500 OK A/Au = 0.980 A/Au $\geq 2/3$ = 0.670 OK A/Au = 0.980 A/Au $\leq 3/2$ = 1.500 OK					

Arco 6 Sinistra ProgI 319.8946 - ProgF 501.2127					
Coordinate vertice	X:	689432.0563	Coordinate I punto Tg X: 689407.5196		
Coordinate vertice	Y:	4795465.6235	Coordinate I punto Tg Y: 4795811.5209		
Coordinate centro curva	X:	689472.8555	Coordinate II punto Tg X: 689535.3803		
Coordinate centro curva	Y:	4795816.1555	Coordinate II punto Tg Y: 4795796.6389		
Raggio	:	65.5000	Angolo al vertice	:	159
Tangente	:	346.7665	Sviluppo	:	181.3181
Saetta	:	53.3428	Corda	:	128.7238
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 47.0 $R \geq R_{min} = 44.994$ OK					

Clotoide in uscita 7 ProgI 501.2127 - ProgF 566.6896					
Coordinate vertice	X:	689542.0423	Coordinate I punto Tg X: 689535.3803 Coordinate I punto Tg Y: 4795796.6389		
Coordinate vertice	Y:	4795817.9819	Coordinate II punto Tg X: 689533.3725 Coordinate II punto Tg Y: 4795861.3605		
Raggio	:	65.5000	Angolo	:	0
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	44.2364
Parametro A	:	65.4884	Tangente corta	:	22.3586
Scostamento	:	2.7030	Sviluppo	:	65.4768
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 59.7 $A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Ptf - Pti))/c]$ = 64.900 OK $A \geq \text{radq}(R/\text{dimax} \cdot Bi \cdot Pti - Ptf \cdot 100)$ = 45.400 OK $A \geq R/3$ = 21.800 OK $A \leq R$ = 65.500 OK Ae/A = 0.980 Ae/A $\geq 2/3$ = 0.670 OK Ae/A = 0.980 Ae/A $\leq 3/2$ = 1.500 OK					

Svincolo Cerchiaia - Firenze-Fano

Rettifilo 8 ProgI 566.6896 - ProgF 707.6281			
Coordinate P.to Iniziale X:	689533.3725	Coordinate P.to Finale X:	689505.7504
Y:	4795861.3605	Y:	4795999.5657
Lunghezza :	140.9386	Azimut :	101
Vp (Km/h) = 60.0			

Clotoide in entrata 9 ProgI 707.6281 - ProgF 782.3483			
Coordinate vertice X:	689495.9838	Coordinate I punto Tg X:	689505.7504
Coordinate vertice Y:	4796048.4324	Coordinate I punto Tg Y:	4795999.5657
		Coordinate II punto Tg X:	689493.2357
		Coordinate II punto Tg Y:	4796073.2051
Raggio :	430.5000	Angolo :	5
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	49.8331
Parametro A :	179.3517	Tangente corta :	24.9246
Scostamento :	0.5402	Sviluppo :	74.7202
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	-3.1
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 71.000 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 28.400 OK			
A >= R/3 = 143.500 OK			
A <= R = 430.500 OK			

Arco 10 Destra ProgI 782.3483 - ProgF 876.4112			
Coordinate vertice X:	689488.0294	Coordinate I punto Tg X:	689493.2357
Coordinate vertice Y:	4796120.1366	Coordinate I punto Tg Y:	4796073.2051
Coordinate centro curva X:	689921.1110	Coordinate II punto Tg X:	689493.1200
Coordinate centro curva Y:	4796120.6704	Coordinate II punto Tg Y:	4796167.0809
Raggio :	430.5000	Angolo al vertice :	13
Tangente :	47.2194	Sviluppo :	94.0629
Saetta :	2.5665	Corda :	93.8759
Pt (%) :	3.1		
Vp (Km/h) = 60.0			
R >= Rmin = 44.994 OK			

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1000	-0,87	0,67	1,54	15,40	8,73	24,13	60,00	1000	OK
2	D	2000	0,67	-3,67	-4,33	86,72	24,59	111,29	60,00	2000	OK
3	S	1220	-3,67	2,75	6,42	78,32	111,39	189,70	60,00	1000	OK
4	S	4000	2,75	3,67	0,92	36,67	259,00	295,65	58,84	1000	OK
5	D	2000	3,67	-0,51	-4,17	83,47	340,78	424,23	47,04	2000	OK
6	D	3000	-0,51	-3,48	-2,97	89,11	533,95	623,03	60,00	2000	OK
7	S	1220	-3,48	4,59	8,07	98,44	672,33	770,74	60,00	1000	OK
8	D	6450	4,59	3,83	-0,76	48,79	800,68	849,43	60,00	2000	OK

Caratteristiche altimetriche rampa Firenze - Fano

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi: differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

RAMPA FIRENZE - GROSSETO
VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO

Svincolo Cerchiaia - Firenze-Grosseto

Dati generali sul tracciato Sv.Cerchiaia-Firenze-Grosseto

Progressiva Iniziale (m): 0.0000 Lunghezza (m) : 203.7205
 Progressiva Finale (m): 203.7205
 Strada Tipo : Rampa diretta - Tipo 2
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 60

Arco 1 Destra ProgI 0.0000 - ProgF 22.0028

Coordinate vertice X:	689448.7104	Coordinate I punto Tg X:	689445.4901
Coordinate vertice Y:	4796110.4594	Coordinate I punto Tg Y:	4796120.9823

Coordinate centro curva X:	689086.9052	Coordinate II punto Tg X:	689451.3080
Coordinate centro curva Y:	4796011.2470	Coordinate II punto Tg Y:	4796099.7658

Raggio :	375.0000	Angolo al vertice :	3
Tangente :	11.0046	Sviluppo :	22.0028
Saetta :	0.1614	Corda :	21.9997
Pt (%) :	3.1		

Vp (Km/h) = 60.0
 R >= Rmin = 44.994 OK

Rettifilo 2 ProgI 22.0028 - ProgF 24.1725

Coordinate P.to Iniziale X:	689451.3080	Coordinate P.to Finale X:	689451.8202
Coordinate P.to Iniziale Y:	4796099.7658	Coordinate P.to Finale Y:	4796097.6574

Lunghezza : 2.1697 Azimut : 284

Vp (Km/h) = 60.0

Clotoide in entrata 3 ProgI 24.1725 - ProgF 111.4014

Coordinate vertice X:	689465.5539	Coordinate I punto Tg X:	689451.8202
Coordinate vertice Y:	4796041.1204	Coordinate I punto Tg Y:	4796097.6574

Coordinate II punto Tg X:	689469.6546
Coordinate II punto Tg Y:	4796012.3084

Raggio :	450.0000	Angolo :	6
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	58.1812
Parametro A :	198.1237	Tangente corta :	29.1023
Scostamento :	0.7043	Sviluppo :	87.2289
Pti (%) :	-3.2	Ptf (%) :	-1.7

Vp (Km/h) = 60.0
 $A \geq \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Ptf - Pti)) / c]$ = 64.700 OK
 $A \geq \text{radq}(R / \text{dimax} * Bi * |Pti - Ptf| * 100)$ = 47.500 OK
 $A \geq R/3$ = 150.000 OK $A/Au = 0.680$ $A/Au \geq 2/3$ = 0.670 OK
 $A \leq R$ = 450.000 OK $A/Au = 0.680$ $A/Au \leq 3/2$ = 1.500 OK

Arco 4 Destra ProgI 111.4014 - ProgF 125.7383

Coordinate vertice X:	689470.6648	Coordinate I punto Tg X:	689469.6546
Coordinate vertice Y:	4796005.2109	Coordinate I punto Tg Y:	4796012.3084

Coordinate centro curva X:	689024.1444	Coordinate II punto Tg X:	689471.4484
Coordinate centro curva Y:	4795948.8999	Coordinate II punto Tg Y:	4795998.0848

Raggio :	450.0000	Angolo al vertice :	2
Tangente :	7.1690	Sviluppo :	14.3369
Saetta :	0.0571	Corda :	14.3363
Pt (%) :	1.4		

Vp (Km/h) = 60.0
 R >= Rmin = 44.994 OK

Svincolo Cerchiaia - Firenze-Grosseto

Clotoide di Continuità 5 ProgI 125.7383 - ProgF 181.9009			
Coordinate vertice	X:	689474.3402	Coordinate I punto Tg X: 689471.4484
Coordinate vertice	Y:	4795971.7855	Coordinate I punto Tg Y: 4795998.0848
Coordinate vertice	X:	689474.4417	Coordinate II punto Tg X: 689474.4417
Coordinate vertice	Y:	4795942.0285	Coordinate II punto Tg Y: 4795942.0285
Raggio Iniziale :	642.5083	Angolo Iniziale :	6
Raggio Finale :	450.0000	Angolo Finale :	12
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	29.7572
Parametro A :	290.4320	Tangente corta :	26.4578
Sviluppo :	56.1626	Ptf (%) :	-6.3
Pti (%) :	-4.2		
Vp (Km/h) = 60.0 $A >= \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Ptf - Pti)) / c]$ = 0.000 OK A/Aprec = 1.470 A/Aprec $>= 2/3 = 0.670$ OK $A >= \text{radq}(Bi * (qi - qf) / ((1/Ri - 1/Rf) * \text{dimax} / 100))$ = 101.100 OK A/Aprec = 1.470 A/Aprec $<= 3/2 = 1.500$ $A >= Rmax/3$ = 214.200 OK $A <= Rmin$ = 450.000 OK			

Arco 6 Destra ProgI 181.9009 - ProgF 203.7205			
Coordinate vertice	X:	689474.4789	Coordinate I punto Tg X: 689474.4417
Coordinate vertice	Y:	4795931.1177	Coordinate I punto Tg Y: 4795942.0285
Coordinate centro curva	X:	688831.9371	Coordinate II punto Tg X: 689474.1456
Coordinate centro curva	Y:	4795939.8376	Coordinate II punto Tg Y: 4795920.2119
Raggio :	642.5083	Angolo al vertice :	2
Tangente :	10.9108	Sviluppo :	21.8196
Saetta :	0.0926	Corda :	21.8185
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 60.0 $R >= Rmin$ = 44.994 OK			

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1000	-1.66	0.70	2,36	23,62	1,21	23,62	60,00	1000	OK
2	D	2000	0.70	-3.59	-4,30	85,72	25,59	111,30	60,00	2000	OK
3	S	6250	-3.59	-2.11	1,47	92,06	111,38	203,40	60,00	1000	OK

Caratteristiche altimetriche rampa Firenze - Grosseto

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi : differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

RAMPA GROSSETO – FIRENZE
VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO

SIENA-Svincolo Cerchiaia- Rampa Grosseto-Firenze

Dati generali sul tracciato P1A

Progressiva Iniziale (m): 0.0000 Lunghezza (m) : 714.0123
 Progressiva Finale (m): 714.0123
 Strada Tipo : Rampa semidiretta - Tipo 2
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 60

Rettifilo 1 ProgI 0.0000 - ProgF 151.1232

Coordinate P.to Iniziale X:	689460.0527	Coordinate P.to Finale X:	689515.3409
Y:	4795720.1518	Y:	4795860.7984
Lunghezza :	151.1232	Azimut :	69
Vp (Km/h) = 60.0			

Curva 2 Sinistra ProgI 151.1232 - ProgF 273.1515

Coordinate vertice X:	689538.1574	Coordinate I punto Tg X:	689515.3409
Coordinate vertice Y:	4795918.8408	Coordinate I punto Tg Y:	4795860.7984
		Coordinate II punto Tg X:	689525.9673
		Coordinate II punto Tg Y:	4795980.0039
Tangente Prim. 1:	46.9865	TT1 Tangente 1:	62.3660
Tangente Prim. 2:	46.9865	TT2 Tangente 2:	62.3660
Alfa Ang. al Vert.:	147	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 151.1232 - ProgF 181.7482

Coordinate vertice X:	689522.8139	Coordinate I punto Tg X:	689515.3409
Coordinate vertice Y:	4795879.8088	Coordinate I punto Tg Y:	4795860.7984
		Coordinate II punto Tg X:	689525.6261
		Coordinate II punto Tg Y:	4795889.6314
Raggio :	160.0000	Angolo :	5
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	20.4265
Parametro A :	70.0000	Tangente corta :	10.2172
Scostamento :	0.2442	Sviluppo :	30.6250
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	5.8
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 54.200 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 66.400 OK			
A >= R/3 = 53.300 OK			
A <= R = 160.000 OK			
		A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
		A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 181.7482 - ProgF 242.5265

Coordinate vertice X:	689534.0925	Coordinate I punto Tg X:	689525.6261
Coordinate vertice Y:	4795919.2032	Coordinate I punto Tg Y:	4795889.6314
Coordinate centro curva X:	689371.8060	Coordinate II punto Tg X:	689530.9903
Coordinate centro curva Y:	4795933.6700	Coordinate II punto Tg Y:	4795949.8063
Raggio :	160.0000	Angolo al vertice :	22
Tangente :	30.7599	Sviluppo :	60.7783
Saetta :	2.8773	Corda :	60.4136
Pt (%) :	5.8		
Vp (Km/h) = 60.0			
R >= Rmin = 45000 OK			

Clotoide in uscita ProgI 242.5265 - ProgF 273.1515

Coordinate vertice X:	689529.9598	Coordinate I punto Tg X:	689530.9903
Coordinate vertice Y:	4795959.9714	Coordinate I punto Tg Y:	4795949.8063
		Coordinate II punto Tg X:	689525.9673
		Coordinate II punto Tg Y:	4795980.0039
Raggio :	160.0000	Angolo :	5
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	20.4265
Parametro A :	70.0000	Tangente corta :	10.2172
Scostamento :	0.2442	Sviluppo :	30.6250
Pti (%) :	5.8	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 54.200 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 66.400 OK			
A >= R/3 = 53.300 OK			
A <= R = 160.000 OK			
		Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
		Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

SIENA-Svincolo Cerchiaia- Rampa Grosseto-Firenze

Rettifilo 3 ProgI 273.1515 - ProgF 276.8924			
Coordinate P.to Iniziale X:	689525.9673	Coordinate P.to Finale X:	689525.2361
Y:	4795980.0039	Y:	4795983.6727
Lunghezza :	3.7409	Azimut :	101
Vp (Km/h) = 60.0			

Curva 4 Destra ProgI 276.8924 - ProgF 383.2697			
Coordinate vertice X:	689514.6391	Coordinate I punto Tg X:	689525.2361
Coordinate vertice Y:	4796036.8425	Coordinate I punto Tg Y:	4795983.6727
		Coordinate II punto Tg X:	689534.0106
		Coordinate II punto Tg Y:	4796087.4791
Tangente Prim. 1:	31.7565	TT1 Tangente 1:	54.2155
Tangente Prim. 2:	31.7565	TT2 Tangente 2:	54.2155
Alfa Ang. al Vert.:	148	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 276.8924 - ProgF 321.4379			
Coordinate vertice X:	689519.4190	Coordinate I punto Tg X:	689525.2361
Coordinate vertice Y:	4796012.8596	Coordinate I punto Tg Y:	4795983.6727
		Coordinate II punto Tg X:	689519.5047
		Coordinate II punto Tg Y:	4796027.7661
Raggio :	110.0000	Angolo :	12
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	29.7610
Parametro A :	70.0000	Tangente corta :	14.9067
Scostamento :	0.7505	Sviluppo :	44.5455
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	-7.0
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 67.400 OK		A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 40.600 OK		A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	
A >= R/3 = 36.700 OK			
A <= R = 110.000 OK			

Arco ProgI 321.4379 - ProgF 338.7243			
Coordinate vertice X:	689519.5546	Coordinate I punto Tg X:	689519.5047
Coordinate vertice Y:	4796036.4270	Coordinate I punto Tg Y:	4796027.7661
Coordinate centro curva X:	689629.5029	Coordinate II punto Tg X:	689520.9592
Coordinate centro curva Y:	4796027.1333	Coordinate II punto Tg Y:	4796044.9733
Raggio :	110.0000	Angolo al vertice :	9
Tangente :	8.6610	Sviluppo :	17.2864
Saetta :	0.3394	Corda :	17.2686
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 58.3			
R >= Rmin = 45.000 OK			

Clotoide in uscita ProgI 338.7243 - ProgF 383.2697			
Coordinate vertice X:	689523.3768	Coordinate I punto Tg X:	689520.9592
Coordinate vertice Y:	4796059.6827	Coordinate I punto Tg Y:	4796044.9733
		Coordinate II punto Tg X:	689534.0106
		Coordinate II punto Tg Y:	4796087.4791
Raggio :	110.0000	Angolo :	12
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	29.7610
Parametro A :	70.0000	Tangente corta :	14.9067
Scostamento :	0.7505	Sviluppo :	44.5455
Pti (%) :	-7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 67.400 OK		Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 40.600 OK		Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK	
A >= R/3 = 36.700 OK			
A <= R = 110.000 OK			

SIENA-Svincolo Cerchiaia- Rampa Grosseto-Firenze

Rettifilo 5 ProgI 383.2697 - ProgF 387.9965			
Coordinate P.to Iniziale X:	689534.0106	Coordinate P.to Finale X:	689535.6995
Y:	4796087.4791	Y:	4796091.8938
Lunghezza :	4.7267	Azimut :	69
Vp (Km/h) = 60.0			

Clotoide in entrata 6 ProgI 387.9965 - ProgF 442.4409			
Coordinate vertice X:	689548.7310	Coordinate I punto Tg X:	689535.6995
Coordinate vertice Y:	4796125.9580	Coordinate I punto Tg Y:	4796091.8938
		Coordinate II punto Tg X:	689549.8820
		Coordinate II punto Tg Y:	4796144.2295
Raggio :	90.0000	Angolo :	17
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	36.4718
Parametro A :	70.0000	Tangente corta :	18.3078
Scostamento :	1.3678	Sviluppo :	54.4444
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	7.0
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 62.000 OK	A/Au = 1.030	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 53.400 OK	A/Au = 1.030	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3	= 30.000 OK		
A <= R	= 90.000 OK		

Arco 7 Sinistra ProgI 442.4409 - ProgF 509.6993			
Coordinate vertice X:	689552.1005	Coordinate I punto Tg X:	689549.8820
Coordinate vertice Y:	4796179.4467	Coordinate I punto Tg Y:	4796144.2295
Coordinate centro curva X:	689460.0601	Coordinate II punto Tg X:	689529.7917
Coordinate centro curva Y:	4796149.8879	Coordinate II punto Tg Y:	4796206.7869
Raggio :	90.0000	Angolo al vertice :	43
Tangente :	35.2870	Sviluppo :	67.2584
Saetta :	6.2101	Corda :	65.7042
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 53.7			
R >= Rmin	= 45.000 OK		

Clotoide in uscita 8 ProgI 509.6993 - ProgF 560.6840			
Coordinate vertice X:	689518.9645	Coordinate I punto Tg X:	689529.7917
Coordinate vertice Y:	4796220.0559	Coordinate I punto Tg Y:	4796206.7869
		Coordinate II punto Tg X:	689490.8535
		Coordinate II punto Tg Y:	4796239.4177
Raggio :	90.0000	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	34.1337
Parametro A :	67.7393	Tangente corta :	17.1258
Scostamento :	1.2000	Sviluppo :	50.9847
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 62.000 OK	Ae/A = 1.030	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 53.400 OK	Ae/A = 1.030	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3	= 30.000 OK		
A <= R	= 90.000 OK		

Rettifilo 9 ProgI 560.6840 - ProgF 684.3728			
Coordinate P.to Iniziale X:	689490.8535	Coordinate P.to Finale X:	689388.9888
Y:	4796239.4177	Y:	4796309.5783
Lunghezza :	123.6888	Azimut :	145
Vp (Km/h) = 60.0			

SIENA-Svincolo Cerchiaia- Rampa Grosseto-Firenze

Clotoide in entrata 10 ProgI 684.3728 - ProgF 711.5728					
Coordinate vertice	X:	689374.0500	Coordinate I punto Tg X: 689388.9888		
Coordinate vertice	Y:	4796319.8676	Coordinate I punto Tg Y: 4796309.5783		
Raggio	:	170.0000	Angolo	:	5
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	18.1394
Parametro A	:	68.0000	Tangente corta	:	9.0722
Scostamento	:	0.1813	Sviluppo	:	27.2000
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	4.0
Vp (Km/h) = 60.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 58.000 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 60.600 OK					
A >= R/3 = 56.700 OK					
A <= R = 170.000 OK					

Arco 11 Sinistra ProgI 711.5728 - ProgF 714.0123					
Coordinate vertice	X:	689365.1345	Coordinate I punto Tg X: 689366.1912		
Coordinate vertice	Y:	4796325.0095	Coordinate I punto Tg Y: 4796324.4001		
Coordinate centro curva	X:	689281.2582	Coordinate II punto Tg X: 689364.0693		
Coordinate centro curva	Y:	4796177.1372	Coordinate II punto Tg Y: 4796325.6037		
Raggio	:	170.0000	Angolo al vertice	:	1
Tangente	:	1.2198	Sviluppo	:	2.4395
Saetta	:	0.0044	Corda	:	2.4395
Pt (%)	:	3.9			
Vp (Km/h) = 60.0					
R >= Rmin = 45.000 OK					

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	a	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	4500	0,76	1,58	0,82	36,81	14,83	51,63	60,00	1000	OK
2	D	2000	1,58	-2,57	-4,15	82,91	51,80	134,71	60,00	2000	OK
3	S	1250	-2,57	5,00	7,57	94,65	144,67	239,30	60,00	1000	OK
4	D	2000	5,00	-4,90	-9,90	198,08	294,66	492,66	60,00	2000	OK
5	S	1450	-4,90	2,68	7,58	109,90	495,90	605,77	60,00	1000	OK

Caratteristiche altimetriche rampa Grosseto - Firenze

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi : differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

SVINCOLO RUFFOLO

RAMPA FANO – SIENA
VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Fano-Siena

Dati generali sul tracciato Sv. Ruffolo-Fano-Siena

Progressiva Iniziale (m): 0.0000 Lunghezza (m) : 473.3518
 Progressiva Finale (m): 473.3518
 Strada Tipo : Rampa diretta - Tipo 2
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 60

Clotoide di Flesso in uscita 1 ProgI 0.0000 - ProgF 16.8109

Coordinate vertice X:	692834.2671	Coordinate I punto Tg X:	692839.4647
Coordinate vertice Y:	4796946.6171	Coordinate I punto Tg Y:	4796948.7118
		Coordinate II punto Tg X:	692823.9564
		Coordinate II punto Tg Y:	4796942.2241

Raggio :	427.5000	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	11.2075
Parametro A :	84.7742	Tangente corta :	5.6038
Scostamento :	0.0275	Sviluppo :	16.8109
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	7.0

Vp (Km/h) = 60.0
 R >= Rmin = 44.994 OK

Clotoide di Flesso in entrata 2 ProgI 16.8109 - ProgF 88.6776

Coordinate vertice X:	692779.5773	Coordinate I punto Tg X:	692823.9564
Coordinate vertice Y:	4796923.3159	Coordinate I punto Tg Y:	4796942.2241
		Coordinate II punto Tg X:	692755.3461
		Coordinate II punto Tg Y:	4796922.2627

Raggio :	100.0000	Angolo :	21
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	48.2392
Parametro A :	84.7742	Tangente corta :	24.2541
Scostamento :	2.1421	Sviluppo :	71.8667
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	7.0

Vp (Km/h) = 60.0
 $A >= \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Ptf - Pti)) / c]$ = 74.000 OK
 $A >= \text{radq}(R / \text{dimax} * Bi * |Pti - Ptf| * 100)$ = 8.400 OK
 A <= R = 427.500 OK

Arco 3 Destra ProgI 88.6776 - ProgF 115.9460

Coordinate vertice X:	692741.6397	Coordinate I punto Tg X:	692755.3461
Coordinate vertice Y:	4796921.6670	Coordinate I punto Tg Y:	4796922.2627
Coordinate centro curva X:	692751.0038	Coordinate II punto Tg X:	692728.2793
Coordinate centro curva Y:	4797022.1684	Coordinate II punto Tg Y:	4796924.7846

Raggio :	100.0000	Angolo al vertice :	16
Tangente :	13.7193	Sviluppo :	27.2684
Saetta :	0.9280	Corda :	27.1840
Pt (%) :	7.0		

Vp (Km/h) = 56.1

Clotoide in uscita 4 ProgI 115.9460 - ProgF 165.8056

Coordinate vertice X:	692711.9979	Coordinate I punto Tg X:	692728.2793
Coordinate vertice Y:	4796928.5839	Coordinate I punto Tg Y:	4796924.7846
		Coordinate II punto Tg X:	692682.3955
		Coordinate II punto Tg Y:	4796943.9405

Raggio :	100.0000	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	33.3485
Parametro A :	70.6113	Tangente corta :	16.7188
Scostamento :	1.0335	Sviluppo :	49.8595
Pti (%) :	-7.0	Ptf (%) :	-2.5

Vp (Km/h) = 60.0
 $A >= \text{radq}[(Vp^3 - gVR(Ptf - Pti)) / c]$ = 68.100 OK
 $A >= \text{radq}(R / \text{dimax} * Bi * |Pti - Ptf| * 100)$ = 38.700 OK
 $A >= R/3$ = 33.300 OK Ae/A = 1.200 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
 $A <= R$ = 100.000 OK Ae/A = 1.200 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Fano-Siena

Rettifilo 5 ProgI 165.8056 - ProgF 169.3968			
Coordinate P.to Iniziale X:	692682.3955	Coordinate P.to Finale X:	692679.2077
Y:	4796943.9405	Y:	4796945.5943
Lunghezza :	3.5913	Azimut :	153
Vp (Km/h) = 60.0			

Curva 6 Sinistra ProgI 169.3968 - ProgF 275.8681			
Coordinate vertice X:	692630.9630	Coordinate I punto Tg X:	692679.2077
Coordinate vertice Y:	4796970.6218	Coordinate I punto Tg Y:	4796945.5943
		Coordinate II punto Tg X:	692576.8684
		Coordinate II punto Tg Y:	4796965.3593
Tangente Prim. 1:	35.5173	TT1 Tangente 1:	54.3500
Tangente Prim. 2:	35.5173	TT2 Tangente 2:	54.3500
Alfa Ang. al Vert.:	147	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 169.3968 - ProgF 206.8052			
Coordinate vertice X:	692657.0420	Coordinate I punto Tg X:	692679.2077
Coordinate vertice Y:	4796957.0930	Coordinate I punto Tg Y:	4796945.5943
		Coordinate II punto Tg X:	692645.1887
		Coordinate II punto Tg Y:	4796961.0563
Raggio :	120.0000	Angolo :	9
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	24.9707
Parametro A :	67.0000	Tangente corta :	12.4984
Scostamento :	0.4855	Sviluppo :	37.4083
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	6.9
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 57.500 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 61.400 OK		
A >= R/3	= 40.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 120.000 OK	A/Au = 1.000	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco ProgI 206.8052 - ProgF 238.4598			
Coordinate vertice X:	692630.0906	Coordinate I punto Tg X:	692645.1887
Coordinate vertice Y:	4796966.1046	Coordinate I punto Tg Y:	4796961.0563
Coordinate centro curva X:	692607.1359	Coordinate II punto Tg X:	692614.1985
Coordinate centro curva Y:	4796847.2496	Coordinate II punto Tg Y:	4796967.0415
Raggio :	120.0000	Angolo al vertice :	15
Tangente :	15.9197	Sviluppo :	31.6546
Saetta :	1.0423	Corde :	31.5629
Pt (%) :	6.9		
Vp (Km/h) = 60.0			
R >= Rmin =	44.994 OK		
Pt >= Ptmin =	6.929 OK		

Clotoide in uscita ProgI 238.4598 - ProgF 275.8681			
Coordinate vertice X:	692601.7218	Coordinate I punto Tg X:	692614.1985
Coordinate vertice Y:	4796967.7771	Coordinate I punto Tg Y:	4796967.0415
		Coordinate II punto Tg X:	692576.8684
		Coordinate II punto Tg Y:	4796965.3593
Raggio :	120.0000	Angolo :	9
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	24.9707
Parametro A :	67.0000	Tangente corta :	12.4984
Scostamento :	0.4855	Sviluppo :	37.4083
Pti (%) :	6.9	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 57.500 OK		
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 61.400 OK		
A >= R/3	= 40.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A <= R	= 120.000 OK	Ae/A = 1.000	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Fano-Siena

Rettifilo 7 ProgI 275.8681 - ProgF 278.8945			
Coordinate P.to Iniziale X:	692576.8684	Coordinate P.to Finale X:	692573.8562
Y:	4796965.3593	Y:	4796965.0663
Lunghezza :	3.0264	Azimut :	186
Vp (Km/h) = 60.0			

Clotoide in entrata 8 ProgI 278.8945 - ProgF 332.2834			
Coordinate vertice X:	692538.4243	Coordinate I punto Tg X:	692573.8562
Coordinate vertice Y:	4796961.6193	Coordinate I punto Tg Y:	4796965.0663
		Coordinate II punto Tg X:	692520.6347
		Coordinate II punto Tg Y:	4796960.9491
Raggio :	450.0000	Angolo :	3
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	35.5992
Parametro A :	155.0000	Tangente corta :	17.8023
Scostamento :	0.2639	Sviluppo :	53.3889
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	-3.0
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 71.400 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 26.700 OK			
A >= R/3 = 150.000 OK			
A <= R = 450.000 OK			

Arco 9 Destra ProgI 332.2834 - ProgF 427.3218			
Coordinate vertice X:	692472.9719	Coordinate I punto Tg X:	692520.6347
Coordinate vertice Y:	4796959.1534	Coordinate I punto Tg Y:	4796960.9491
Coordinate centro curva X:	692503.6927	Coordinate II punto Tg X:	692425.9917
Coordinate centro curva Y:	4797410.6300	Coordinate II punto Tg Y:	4796967.3891
Raggio :	450.0000	Angolo al vertice :	12
Tangente :	47.6966	Sviluppo :	95.0384
Saetta :	2.5066	Corda :	94.8619
Pt (%) :	3.0		
Vp (Km/h) = 60.0			
R >= Rmin = 44.994 OK			

Arco 10 Sinistra ProgI 427.3218 - ProgF 444.4876			
Coordinate vertice X:	692417.5169	Coordinate I punto Tg X:	692425.9917
Coordinate vertice Y:	4796968.8747	Coordinate I punto Tg Y:	4796967.3891
Coordinate centro curva X:	692408.7248	Coordinate II punto Tg X:	692408.9128
Coordinate centro curva Y:	4796868.8911	Coordinate II punto Tg Y:	4796968.8909
Raggio :	100.0000	Angolo al vertice :	10
Tangente :	8.6040	Sviluppo :	17.1658
Saetta :	0.3681	Corda :	17.1447
Pt (%) :	2.8		
Vp (Km/h) = 39.8			
R >= Rmin = 44.994 OK			

Rettifilo 11 ProgI 444.4876 - ProgF 468.0759			
Coordinate P.to Iniziale X:	692408.9128	Coordinate P.to Finale X:	692385.3246
Y:	4796968.8909	Y:	4796968.9353
Lunghezza :	23.5883	Azimut :	180
Vp (Km/h) = 35.8			

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Fano-Siena

Arco 12 Destra ProgI 468.0759 - ProgF 473.3518

Coordinate vertice	X:	692382.6775	Coordinate I punto Tg	X:	692385.3246
Coordinate vertice	Y:	4796968.9403	Coordinate I punto Tg	Y:	4796968.9353

Coordinate centro curva	X:	692385.3735	Coordinate II punto Tg	X:	692380.0858
Coordinate centro curva	Y:	4796994.9352	Coordinate II punto Tg	Y:	4796969.4786

Raggio	:	26.0000	Angolo al vertice	:	12
Tangente	:	2.6470	Sviluppo	:	5.2759
Saetta	:	0.1337	Corda	:	5.2669
Pt (%)	:	1.8			

Vp (Km/h) = 30.4

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	A	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1385	2,50	3,98	1,48	20,55	14,97	35,52	60,00	1000	OK
2	D	2000	3,98	-6,00	-9,98	199,69	35,53	235,12	60,00	2000	OK
3	S	1400	-6,00	1,81	7,82	109,48	246,17	355,60	60,00	1000	OK
4	S	6000	1,81	2,22	0,40	24,29	396,62	420,91	46,80	750	OK
5	D	2000	2,22	0,85	-1,38	27,51	433,59	461,10	38,32	1000	OK

Caratteristiche altimetriche rampa Fano - Siena

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi : differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

RAMPA GROSSETO - SIENA
VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO

Svincolo Rufolo -Grosseto-Siena

Dati generali sul tracciato Sv. Grosseto-Siena

Progressiva Iniziale (m): 0.0000 Lunghezza (m) : 926.0798
 Progressiva Finale (m) : 926.0798
 Strada Tipo : Rampa semidiretta - Tipo 2
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 60

Rettifilo 1 ProgI 0.0000 - ProgF 1.9630

Coordinate P.to Iniziale X:	692700.1985	Coordinate P.to Finale X:	692701.6925
Y:	4796785.9062	Y:	4796787.1795
Lunghezza :	1.9630	Azimut :	40
Vp (Km/h) = 60.0			
L >= Lmin =	50.0000 No	Rsucc =	180.0000
L <= Lmax =	1320.0000 OK	Rsucc > Rmin =	1.9600 OK

Curva 2 Destra ProgI 1.9630 - ProgF 109.8733

Coordinate vertice X:	692739.7406	Coordinate I punto Tg X:	692701.6925
Coordinate vertice Y:	4796819.6067	Coordinate I punto Tg Y:	4796787.1795
		Coordinate II punto Tg X:	692795.6006
		Coordinate II punto Tg Y:	4796838.2913
Tangente Prim. 1:	34.8995	TT1 Tangente 1:	49.9919
Tangente Prim. 2:	34.8995	TT2 Tangente 2:	58.9020
Alfa Ang. al Vert.:	158	Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 1.9630 - ProgF 29.9685

Coordinate vertice X:	692715.9068	Coordinate I punto Tg X:	692701.6925
Coordinate vertice Y:	4796799.2939	Coordinate I punto Tg Y:	4796787.1795
		Coordinate II punto Tg X:	692723.4651
		Coordinate II punto Tg Y:	4796804.7818
Raggio :	180.0000	Angolo :	4
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	18.6763
Parametro A :	71.0000	Tangente corta :	9.3406
Scostamento :	0.1815	Sviluppo :	28.0056
Pti (%) :	3.5	Ptf (%) :	1.3
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 69.000 OK	A/Au =	0.750
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 35.900 OK	A/Au >= 2/3	= 0.670 OK
A >= R/3	= 60.000 OK	A/Au <= 3/2	= 1.500 OK
A <= R	= 180.000 OK		

Arco ProgI 29.9685 - ProgF 59.9453

Coordinate vertice X:	692735.6217	Coordinate I punto Tg X:	692723.4651
Coordinate vertice Y:	4796813.6085	Coordinate I punto Tg Y:	4796804.7818
Coordinate centro curva X:	692829.2225	Coordinate II punto Tg X:	692749.0733
Coordinate centro curva Y:	4796659.1268	Coordinate II punto Tg Y:	4796820.2979
Raggio :	180.0000	Angolo al vertice :	10
Tangente :	15.0231	Sviluppo :	29.9767
Saetta :	0.6237	Corda :	29.9421
Pt (%) :	1.0		
Vp (Km/h) = 60.0			
R >= Rmin =	44.994 OK		
Sv >= Smin =	41.670 No		
Pt >= Ptmin =	5.346 No		

Clotoide in uscita ProgI 59.9453 - ProgF 109.8733

Coordinate vertice X:	692764.0024	Coordinate I punto Tg X:	692749.0733
Coordinate vertice Y:	4796827.7220	Coordinate I punto Tg Y:	4796820.2979
		Coordinate II punto Tg X:	692795.6006
		Coordinate II punto Tg Y:	4796838.2913
Raggio :	180.0000	Angolo :	8
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	33.3189
Parametro A :	94.8000	Tangente corta :	16.6732
Scostamento :	0.5766	Sviluppo :	49.9280
Pti (%) :	0.5	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 66.900 OK	Ae/A =	0.750
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 42.100 OK	Ae/A >= 2/3	= 0.670 OK
A >= R/3	= 60.000 OK	Ae/A <= 3/2	= 1.500 OK
A <= R	= 180.000 OK		

Svincolo Rufolo -Grosseto-Siena

Rettifilo 3 ProgI 109.8733 - ProgF 181.5427

Coordinate P.to Iniziale X:	692795.6006	Coordinate P.to Finale X:	692863.5686
Y:	4796838.2913	Y:	4796861.0258

Lunghezza : 71.6694 Azimut : 18

Vp (Km/h) = 60.0
 L >= Lmin = 50.0000 OK Rprec = 180.0000 Rprec > Rmin = 71.6700 OK
 L <= Lmax = 1320.0000 OK Rsucc = 70.0000 Rsucc > Rmin = 71.6700 No

Clotoide in entrata 4 ProgI 181.5427 - ProgF 251.5334

Coordinate vertice X:	692908.4127	Coordinate I punto Tg X:	692863.5686
Coordinate vertice Y:	4796876.0257	Coordinate I punto Tg Y:	4796861.0258

Coordinate II punto Tg X:	692924.6703
Coordinate II punto Tg Y:	4796893.5446

Raggio :	70.0000	Angolo :	29
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	47.2863
Parametro A :	69.9953	Tangente corta :	23.9002
Scostamento :	2.8900	Sviluppo :	69.9907
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	7.0

Vp (Km/h) = 60.0
 A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 64.900 OK
 A >= radq(R/dimax*Bi*|Pti-Ptf|*100) = 47.100 OK
 A >= R/3 = 23.300 OK A/Au = 1.000 A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
 A <= R = 70.000 OK A/Au = 1.000 A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco 5 Sinistra ProgI 251.5334 - ProgF 418.8977

Coordinate vertice X:	693045.5179	Coordinate I punto Tg X:	692924.6703
Coordinate vertice Y:	4797023.7680	Coordinate I punto Tg Y:	4796893.5446

Coordinate centro curva X:	692873.3602	Coordinate II punto Tg X:	692868.3211
Coordinate centro curva Y:	4796941.1605	Coordinate II punto Tg Y:	4797010.9789

Raggio :	70.0000	Angolo al vertice :	137
Tangente :	177.6578	Sviluppo :	167.3643
Saetta :	44.3390	Corda :	130.2538
Pt (%) :	7.0		

Vp (Km/h) = 48.4
 R >= Rmin = 44.994 OK
 Sv >= Smin = 33.600 OK
 Pt >= Ptmin = 7.000 OK

Clotoide in uscita 6 ProgI 418.8977 - ProgF 488.8883

Coordinate vertice X:	692844.4829	Coordinate I punto Tg X:	692868.3211
Coordinate vertice Y:	4797009.2584	Coordinate I punto Tg Y:	4797010.9789

Coordinate II punto Tg X:	692804.7232
Coordinate II punto Tg Y:	4796983.6623

Raggio :	70.0000	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	47.2863
Parametro A :	69.9953	Tangente corta :	23.9002
Scostamento :	2.8900	Sviluppo :	69.9907
Pti (%) :	7.0	Ptf (%) :	-2.5

Vp (Km/h) = 60.0
 A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 64.900 OK
 A >= radq(R/dimax*Bi*|Pti-Ptf|*100) = 47.100 OK
 A >= R/3 = 23.300 OK Ae/A = 1.000 Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
 A <= R = 70.000 OK Ae/A = 1.000 Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK

Rettifilo 7 ProgI 488.8883 - ProgF 494.1106

Coordinate P.to Iniziale X:	692804.7232	Coordinate P.to Finale X:	692800.3321
Y:	4796983.6623	Y:	4796980.8354

Lunghezza : 5.2223 Azimut : 213

Vp (Km/h) = 60.0
 = 0.0000 Rprec = 70.0000 Rprec > Rmin = 5.2200 OK
 L <= Lmax = 1320.0000 OK Rsucc = 95.0000 Rsucc > Rmin = 5.2200 OK

Svincolo Rufolo -Grosseto-Siena

Curva 8 Destra ProgI 494.1106 - ProgF 625.1107					
Coordinate vertice	X:	692742.5150	Coordinate I punto Tg	X:	692800.3321
Coordinate vertice	Y:	4796943.6146	Coordinate I punto Tg	Y:	4796980.8354
			Coordinate II punto Tg	X:	692676.7664
			Coordinate II punto Tg	Y:	4796961.8793
Tangente Prim. 1:	42.5924		TT1 Tangente 1:	68.7620	
Tangente Prim. 2:	42.5924		TT2 Tangente 2:	68.2384	
Alfa Ang. al Vert.:	132		Numero Archi :	1	

Clotoide in entrata ProgI 494.1106 - ProgF 545.6896					
Coordinate vertice	X:	692771.3070	Coordinate I punto Tg	X:	692800.3321
Coordinate vertice	Y:	4796962.1500	Coordinate I punto Tg	Y:	4796980.8354
			Coordinate II punto Tg	X:	692754.7684
			Coordinate II punto Tg	Y:	4796957.0246
Raggio :	95.0001		Angolo :	16	
Parametro N :	1.0000		Tangente lunga :	34.5196	
Parametro A :	70.0000		Tangente corta :	17.3146	
Scostamento :	1.1638		Sviluppo :	51.5789	
Pti (%) :	-2.5		Ptf (%) :	-7.0	
Vp (Km/h) = 60.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 68.400 OK		A/Au = 1.010	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 37.700 OK		A/Au = 1.010	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	
A >= R/3	= 31.700 OK				
A <= R	= 95.000 OK				

Arco ProgI 545.6896 - ProgF 574.8495					
Coordinate vertice	X:	692740.7314	Coordinate I punto Tg	X:	692754.7684
Coordinate vertice	Y:	4796952.6746	Coordinate I punto Tg	Y:	4796957.0246
Coordinate centro curva	X:	692726.6472	Coordinate II punto Tg	X:	692726.0362
Coordinate centro curva	Y:	4797047.7672	Coordinate II punto Tg	Y:	4796952.7691
Raggio :	95.0001		Angolo al vertice :	18	
Tangente :	14.6956		Sviluppo :	29.1600	
Saetta :	1.1166		Corda :	29.0456	
Pt (%) :	7.0				
Vp (Km/h) = 54.9					
R >= Rmin =	44.994 OK				
Sv >= Smin =	38.150 No				
Pt >= Ptmin =	7.000 OK				

Clotoide in uscita ProgI 574.8495 - ProgF 625.1107					
Coordinate vertice	X:	692709.1704	Coordinate I punto Tg	X:	692726.0362
Coordinate vertice	Y:	4796952.8776	Coordinate I punto Tg	Y:	4796952.7691
			Coordinate II punto Tg	X:	692676.7664
			Coordinate II punto Tg	Y:	4796961.8793
Raggio :	95.0001		Angolo :	15	
Parametro N :	1.0000		Tangente lunga :	33.6311	
Parametro A :	69.1000		Tangente corta :	16.8662	
Scostamento :	1.1052		Sviluppo :	50.2611	
Pti (%) :	-7.0		Ptf (%) :	-2.5	
Vp (Km/h) = 60.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 68.400 OK		Ae/A = 1.010	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 37.700 OK		Ae/A = 1.010	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK	
A >= R/3	= 31.700 OK				
A <= R	= 95.000 OK				

Rettifilo 9 ProgI 625.1107 - ProgF 640.9404					
Coordinate P.to Iniziale	X:	692676.7664	Coordinate P.to Finale	X:	692661.5142
	Y:	4796961.8793		Y:	4796966.1163
Lunghezza :	15.8297		Azimet :	164	
Vp (Km/h) = 60.0					
L >= Lmin =	50.0000 No	Rprec = 95.0000	Rprec > Rmin =	15.8300 OK	
L <= Lmax =	1320.0000 OK	Rsucc = 129.0000	Rsucc > Rmin =	15.8300 OK	

Svincolo Rufolo -Grosseto-Siena

Curva 10 Sinistra ProgI 640.9404 - ProgF 738.8981

Coordinate vertice X:	692613.5450	Coordinate I punto Tg X:	692661.5142
Coordinate vertice Y:	4796979.4419	Coordinate I punto Tg Y:	4796966.1163
Tangente Prim. 1:	28.0714	Coordinate II punto Tg X:	692564.9045
Tangente Prim. 2:	28.0714	Coordinate II punto Tg Y:	4796971.7135
Alfa Ang. al Vert.:	155	TT1 Tangente 1:	49.7858
		TT2 Tangente 2:	49.2506
		Numero Archi :	1

Clotoide in entrata ProgI 640.9404 - ProgF 684.3360

Coordinate vertice X:	692633.5980	Coordinate I punto Tg X:	692661.5142
Coordinate vertice Y:	4796973.8713	Coordinate I punto Tg Y:	4796966.1163
Raggio :	129.0000	Coordinate II punto Tg X:	692619.1702
Parametro N :	1.0000	Coordinate II punto Tg Y:	4796975.3592
Parametro A :	74.8200	Angolo :	10
Scostamento :	0.6076	Tangente lunga :	28.9734
Pti (%) :	-2.5	Tangente corta :	14.5043
		Sviluppo :	43.3956
		Ptf (%) :	6.6
Vp (Km/h) = 60.0		A/Au = 1.020	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 56.800 OK	A/Au = 1.020	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 62.600 OK		
A >= R/3	= 43.000 OK		
A <= R	= 129.000 OK		

Arco ProgI 684.3360 - ProgF 696.9404

Coordinate vertice X:	692612.8963	Coordinate I punto Tg X:	692619.1702
Coordinate vertice Y:	4796976.0062	Coordinate I punto Tg Y:	4796975.3592
Coordinate centro curva X:	692605.9370	Coordinate II punto Tg X:	692606.5892
Coordinate centro curva Y:	4796847.0397	Coordinate II punto Tg Y:	4796976.0381
Raggio :	129.0000	Angolo al vertice :	6
Tangente :	6.3072	Sviluppo :	12.6043
Saetta :	0.1539	Corda :	12.5993
Pt (%) :	6.6		
Vp (Km/h) = 60.0			
R >= Rmin =	44.994 OK		
Sv >= Smin =	41.670 No		
Pt >= Ptmin =	6.616 OK		

Clotoide in uscita ProgI 696.9404 - ProgF 738.8981

Coordinate vertice X:	692592.5681	Coordinate I punto Tg X:	692606.5892
Coordinate vertice Y:	4796976.1090	Coordinate I punto Tg Y:	4796976.0381
Raggio :	129.0000	Coordinate II punto Tg X:	692564.9045
Parametro N :	1.0000	Coordinate II punto Tg Y:	4796971.7135
Parametro A :	73.5700	Angolo :	9
Scostamento :	0.5681	Tangente lunga :	28.0107
Pti (%) :	6.6	Tangente corta :	14.0212
		Sviluppo :	41.9577
		Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 60.0		Ae/A = 1.020	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 56.800 OK	Ae/A = 1.020	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 62.600 OK		
A >= R/3	= 43.000 OK		
A <= R	= 129.000 OK		

Rettifilo 11 ProgI 738.8981 - ProgF 743.1971

Coordinate P.to Iniziale X:	692564.9045	Coordinate P.to Finale X:	692560.6587
Coordinate P.to Iniziale Y:	4796971.7135	Coordinate P.to Finale Y:	4796971.0389
Lunghezza :	4.2990	Azimut :	189
Vp (Km/h) = 60.0		Rprec = 129.0000	Rprec > Rmin = 4.3000 OK
= 0.0000		Rsucc = 276.4900	Rsucc > Rmin = 4.3000 OK
L <= Lmax = 1320.0000 OK			

Svincolo Rufolo -Grosseto-Siena

Clotoide in entrata 12		ProgI 743.1971 - ProgF 787.8565			
Coordinate vertice	X:	692531.2446	Coordinate I punto Tg X: 692560.6587		
Coordinate vertice	Y:	4796966.3654	Coordinate I punto Tg Y: 4796971.0389		
			Coordinate II punto Tg X: 692516.3928		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796965.2224		
Raggio	:	276.4892	Angolo	:	5
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	29.7831
Parametro A	:	111.1209	Tangente corta	:	14.8957
Scostamento	:	0.3005	Sviluppo	:	44.6594
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	-2.9
Vp (Km/h) = 60.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 72.700 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 19.800 OK					
A >= R/3 = 92.200 OK					
A <= R = 276.500 OK					
		A/Au = 0.710	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK		
		A/Au = 0.710	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK		

Arco 13 Destra		ProgI 787.8565 - ProgF 806.3027			
Coordinate vertice	X:	692507.1934	Coordinate I punto Tg X: 692516.3928		
Coordinate vertice	Y:	4796964.5144	Coordinate I punto Tg Y: 4796965.2224		
Coordinate centro curva	X:	692495.1767	Coordinate II punto Tg X: 692497.9674		
Coordinate centro curva	Y:	4797240.8964	Coordinate II punto Tg Y: 4796964.4213		
Raggio	:	276.4892	Angolo al vertice	:	4
Tangente	:	9.2265	Sviluppo	:	18.4462
Saetta	:	0.1538	Corda	:	18.4428
Pt (%)	:	2.9			
Vp (Km/h) = 59.4					
R >= Rmin = 44.994 OK					
Sv >= Smin = 41.230 No					
Pt >= Pmin = 4.062 No					
		R = 276.490	R >= Rmin = 273.250 OK		
			R <= Rmax = 1072.000 OK		

Clotoide di Continuità 14		ProgI 806.3027 - ProgF 839.6047			
Coordinate vertice	X:	692482.6095	Coordinate I punto Tg X: 692497.9674		
Coordinate vertice	Y:	4796964.2662	Coordinate I punto Tg Y: 4796964.4213		
			Coordinate II punto Tg X: 692464.7087		
			Coordinate II punto Tg Y: 4796965.8352		
Raggio Iniziale	:	446.5000	Angolo Iniziale	:	3
Raggio Finale	:	276.4892	Angolo Finale	:	9
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	17.9694
Parametro A	:	155.5057	Tangente corta	:	15.3587
Sviluppo	:	33.3019			
Pti (%)	:	-2.9	Ptf (%)	:	-3.0
Vp (Km/h) = 55.1					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 62.000 OK					
A >= radq(Bi*(qi-qf)/((1/Ri-1/Rf)*dimax/100)) = 10.900 OK					
A >= Rmax/3 = 148.800 OK					
A <= Rmin = 276.500 OK					
		A/Aprec = 1.400	A/Aprec >= 2/3 = 0.670 OK		
		A/Aprec = 1.400	A/Aprec <= 3/2 = 1.500 OK		

Arco 15 Destra		ProgI 839.6047 - ProgF 874.9748			
Coordinate vertice	X:	692447.0820	Coordinate I punto Tg X: 692464.7087		
Coordinate vertice	Y:	4796967.3800	Coordinate I punto Tg Y: 4796965.8352		
Coordinate centro curva	X:	692503.6927	Coordinate II punto Tg X: 692429.6328		
Coordinate centro curva	Y:	4797410.6300	Coordinate II punto Tg Y: 4796970.3150		
Raggio	:	446.5000	Angolo al vertice	:	5
Tangente	:	17.6943	Sviluppo	:	35.3701
Saetta	:	0.3502	Corda	:	35.3609
Pt (%)	:	3.0			
Vp (Km/h) = 47.3					
R >= Rmin = 44.994 OK					
Sv >= Smin = 32.820 OK					
Pt >= Pmin = 2.990 No					
		R = 446.500	R >= Rminp = 188.240 OK		
			R <= Rmaxp = 452.980 OK		

Svincolo Rufolo -Grosseto-Siena

Arco 16 Sinistra ProgI 874.9748 - ProgF 893.6747

Coordinate vertice X:	692420.3914	Coordinate I punto Tg X:	692429.6328
Coordinate vertice Y:	4796971.8693	Coordinate I punto Tg Y:	4796970.3150
Coordinate centro curva X:	692410.8068	Coordinate II punto Tg X:	692411.0202
Coordinate centro curva Y:	4796858.3872	Coordinate II punto Tg Y:	4796971.8870
Raggio :	113.5000	Angolo al vertice :	9
Tangente :	9.3712	Sviluppo :	18.6999
Saetta :	0.3849	Corda :	18.6788
Pt (%) :	2.8		
Vp (Km/h) = 39.0			
R >= Rmin =	44.994 OK		
Sv >= Smin =	27.080 No		
Pt >= Pmin =	7.000 No		

Rettifilo 17 ProgI 893.6747 - ProgF 919.3648

Coordinate P.to Iniziale X:	692411.0202	Coordinate P.to Finale X:	692385.3302
Coordinate P.to Iniziale Y:	4796971.8870	Coordinate P.to Finale Y:	4796971.9353
Lunghezza :	25.6901	Azimut :	180
Vp (Km/h) = 34.6			
L >= Lmin =	30.0000 No	Rprec =	113.5000
L <= Lmax =	761.4750 OK	Rsucc =	23.0000
		Rprec > Rmin =	25.6900 OK
		Rsucc > Rmin =	25.6900 No

Arco 18 Destra ProgI 919.3648 - ProgF 926.0798

Coordinate vertice X:	692381.9487	Coordinate I punto Tg X:	692385.3302
Coordinate vertice Y:	4796971.9416	Coordinate I punto Tg Y:	4796971.9353
Coordinate centro curva X:	692385.3735	Coordinate II punto Tg X:	692378.7120
Coordinate centro curva Y:	4796994.9352	Coordinate II punto Tg Y:	4796972.9210
Raggio :	23.0000	Angolo al vertice :	17
Tangente :	3.3816	Sviluppo :	6.7150
Saetta :	0.2446	Corda :	6.6912
Pt (%) :	1.8		
Vp (Km/h) = 28.6			
R >= Rmin =	44.994 No		
Pt >= Pmin =	7.000 No		

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	A	Vp	Rv min	VERIFICA
1	D	2000	-4,42	-6,00	-1,58	31,59	24,17	55,72	60,00	2000	OK
2	S	1000	-6,00	5,00	11,00	110,06	303,11	413,11	48,38	750	OK
3	D	2000	5,00	-4,47	-9,47	189,54	531,81	721,28	60,00	2000	OK
4	S	1300	-4,47	1,88	6,32	82,62	722,26	804,85	60,00	1000	OK
5	D	2000	1,88	2,19	0,31	6,26	860,32	866,58	42,42	1500	OK
6	D	2055	2,19	1,12	-1,12	23,10	885,76	908,85	36,47	1000	OK

Caratteristiche altimetriche rampa Grosseto - Siena

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi: differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

RAMPA SIENA - FANO
VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Siena-Fano

Dati generali sul tracciato Sv.Ruffolo-Siena-Fano

Progressiva Iniziale (m): 0.0000 Lunghezza (m) : 646.4013
 Progressiva Finale (m): 646.4013
 Strada Tipo : Rampa semidiretta - Tipo 2
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 60

Arco 1 Destra ProgI 0.0000 - ProgF 18.7273

Coordinate vertice X:	692388.6723	Coordinate I punto Tg X:	692381.0554
Coordinate vertice Y:	4796964.7413	Coordinate I punto Tg Y:	4796958.8972
Coordinate centro curva X:	692402.0565	Coordinate II punto Tg X:	692398.2131
Coordinate centro curva Y:	4796931.5255	Coordinate II punto Tg Y:	4796965.8108
Raggio :	34.5000	Angolo al vertice :	31
Tangente :	9.6005	Sviluppo :	18.7273
Saetta :	1.2629	Corda :	18.4982
Pt (%) :	2.6		

Vp (Km/h) = 35.0

Arco 2 Destra ProgI 18.7273 - ProgF 57.6305

Coordinate vertice X:	692417.6534	Coordinate I punto Tg X:	692398.2131
Coordinate vertice Y:	4796967.9901	Coordinate I punto Tg Y:	4796965.8108
Coordinate centro curva X:	692414.8677	Coordinate II punto Tg X:	692437.0000
Coordinate centro curva Y:	4796817.2414	Coordinate II punto Tg Y:	4796965.0940
Raggio :	149.5000	Angolo al vertice :	15
Tangente :	19.5621	Sviluppo :	38.9032
Saetta :	1.2636	Corda :	38.7935
Pt (%) :	6.0		

Vp (Km/h) = 43.5

R >= Rmin = 44.994 OK

Arco 3 Sinistra ProgI 57.6305 - ProgF 113.2753

Coordinate vertice X:	692464.5508	Coordinate I punto Tg X:	692437.0000
Coordinate vertice Y:	4796960.9699	Coordinate I punto Tg Y:	4796965.0940
Coordinate centro curva X:	692503.6927	Coordinate II punto Tg X:	692492.3999
Coordinate centro curva Y:	4797410.6300	Coordinate II punto Tg Y:	4796960.2716
Raggio :	450.5000	Angolo al vertice :	7
Tangente :	27.8578	Sviluppo :	55.6448
Saetta :	0.8589	Corda :	55.6094
Pt (%) :	1.6		

Vp (Km/h) = 55.7

R >= Rmin = 44.994 OK

Clotoide in uscita 4 ProgI 113.2753 - ProgF 164.7620

Coordinate vertice X:	692509.5621	Coordinate I punto Tg X:	692492.3999
Coordinate vertice Y:	4796959.8413	Coordinate I punto Tg Y:	4796960.2716
Coordinate vertice X:		Coordinate II punto Tg X:	692543.8748
Coordinate vertice Y:		Coordinate II punto Tg Y:	4796960.9422
Raggio :	450.5000	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	34.3303
Parametro A :	152.2982	Tangente corta :	17.1676
Scostamento :	0.2452	Sviluppo :	51.4867
Pti (%) :	3.0	Ptf (%) :	-2.5

Vp (Km/h) = 60.0

A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 26.700 OK
 A >= radq(R/dimax*Bi*|Pti-Ptf|*100) = 90.700 OK
 A >= R/3 = 150.200 OK
 A <= R = 450.500 OK

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Siena-Fano

Rettifilo 5 ProgI 164.7620 - ProgF 194.1494			
Coordinate P.to Iniziale X:	692543.8748	Coordinate P.to Finale X:	692573.2471
Y:	4796960.9422	Y:	4796961.8846
Lunghezza :	29.3874	Azimut :	2
Vp (Km/h) = 60.0			

Clotoide in entrata 6 ProgI 194.1494 - ProgF 251.2077			
Coordinate vertice X:	692611.4685	Coordinate I punto Tg X:	692573.2471
Coordinate vertice Y:	4796963.1109	Coordinate I punto Tg Y:	4796961.8846
		Coordinate II punto Tg X:	692629.8977
		Coordinate II punto Tg Y:	4796957.7133
Raggio :	90.0000	Angolo :	18
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	38.2411
Parametro A :	71.6607	Tangente corta :	19.2034
Scostamento :	1.5019	Sviluppo :	57.0584
Pti (%) :	-2.5	Ptf (%) :	-7.0
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 68.700 OK	A/Au = 1.020	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 36.700 OK	A/Au = 1.020	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3	= 30.000 OK		
A <= R	= 90.000 OK		

Arco 7 Destra ProgI 251.2077 - ProgF 275.4703			
Coordinate vertice X:	692641.6109	Coordinate I punto Tg X:	692629.8977
Coordinate vertice Y:	4796954.2826	Coordinate I punto Tg Y:	4796957.7133
Coordinate centro curva X:	692604.6007	Coordinate II punto Tg X:	692651.9874
Coordinate centro curva Y:	4796871.3416	Coordinate II punto Tg Y:	4796947.8563
Raggio :	90.0000	Angolo al vertice :	15
Tangente :	12.2053	Sviluppo :	24.2626
Saetta :	0.8164	Corda :	24.1892
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 53.7			
R >= Rmin =	44.994 OK		

Clotoide in uscita 8 ProgI 275.4703 - ProgF 329.9148			
Coordinate vertice X:	692667.5520	Coordinate I punto Tg X:	692651.9874
Coordinate vertice Y:	4796938.2169	Coordinate I punto Tg Y:	4796947.8563
		Coordinate II punto Tg X:	692691.4312
		Coordinate II punto Tg Y:	4796910.6493
Raggio :	90.0000	Angolo :	0
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	36.4718
Parametro A :	70.0000	Tangente corta :	18.3078
Scostamento :	1.3678	Sviluppo :	54.4444
Pti (%) :	-7.0	Ptf (%) :	-2.5
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	= 68.700 OK	Ae/A = 1.020	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	= 36.700 OK	Ae/A = 1.020	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK
A >= R/3	= 30.000 OK		
A <= R	= 90.000 OK		

Rettifilo 9 ProgI 329.9148 - ProgF 342.3047			
Coordinate P.to Iniziale X:	692691.4312	Coordinate P.to Finale X:	692699.5432
Y:	4796910.6493	Y:	4796901.2842
Lunghezza :	12.3899	Azimut :	311
Vp (Km/h) = 60.0			

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Siena-Fano

Clotoide in entrata 10		ProgI 342.3047 - ProgF 412.3047			
Coordinate vertice	X:	692730.5073	Coordinate I punto Tg X: 692699.5432		
Coordinate vertice	Y:	4796865.5373	Coordinate I punto Tg Y: 4796901.2842		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg X: 692752.9040		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg Y: 4796857.1845		
Raggio	:	70.0000	Angolo	:	29
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	47.2928
Parametro A	:	70.0000	Tangente corta	:	23.9036
Scostamento	:	2.8908	Sviluppo	:	70.0000
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	7.0
Vp (Km/h) = 60.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 64.900 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 47.100 OK					
A >= R/3 = 23.300 OK					
A <= R = 70.000 OK					
			A/Au = 1.070	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
			A/Au = 1.070	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	

Arco 11 Sinistra		ProgI 412.3047 - ProgF 456.1070			
Coordinate vertice	X:	692774.1213	Coordinate I punto Tg X: 692752.9040		
Coordinate vertice	Y:	4796849.2715	Coordinate I punto Tg Y: 4796857.1845		
Coordinate centro curva	X:	692777.3646	Coordinate II punto Tg X: 692795.9532		
Coordinate centro curva	Y:	4796922.7717	Coordinate II punto Tg Y: 4796855.2850		
Raggio	:	70.0000	Angolo al vertice	:	36
Tangente	:	22.6449	Sviluppo	:	43.8023
Saetta	:	3.3983	Corda	:	43.0912
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 48.4					
R >= Rmin = 44.994 OK					

Clotoide in uscita 12		ProgI 456.1070 - ProgF 517.5959			
Coordinate vertice	X:	692816.0840	Coordinate I punto Tg X: 692795.9532		
Coordinate vertice	Y:	4796860.8298	Coordinate I punto Tg Y: 4796855.2850		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg X: 692847.5457		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg Y: 4796887.7619		
Raggio	:	70.0000	Angolo	:	0
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	41.4146
Parametro A	:	65.6066	Tangente corta	:	20.8805
Scostamento	:	2.2351	Sviluppo	:	61.4889
Pti (%)	:	7.0	Ptf (%)	:	-2.5
Vp (Km/h) = 60.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 64.900 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 47.100 OK					
A >= R/3 = 23.300 OK					
A <= R = 70.000 OK					
			Ae/A = 1.070	Ae/A >= 2/3 = 0.670 OK	
			Ae/A = 1.070	Ae/A <= 3/2 = 1.500 OK	

Rettilino 13		ProgI 517.5959 - ProgF 554.2386			
Coordinate P.to Iniziale	X:	692847.5457	Coordinate P.to Finale X: 692875.3822		
	Y:	4796887.7619	Coordinate P.to Finale Y: 4796911.5907		
Lunghezza	:	36.6426	Azimut	:	41
Vp (Km/h) = 60.0					

Clotoide in entrata 14		ProgI 554.2386 - ProgF 592.1406			
Coordinate vertice	X:	692894.6032	Coordinate I punto Tg X: 692875.3822		
Coordinate vertice	Y:	4796928.0444	Coordinate I punto Tg Y: 4796911.5907		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg X: 692905.4085		
Coordinate vertice			Coordinate II punto Tg Y: 4796934.6503		
Raggio	:	119.0000	Angolo	:	9
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	25.3017
Parametro A	:	67.1591	Tangente corta	:	12.6646
Scostamento	:	0.5025	Sviluppo	:	37.9020
Pti (%)	:	-2.5	Ptf (%)	:	-7.0
Vp (Km/h) = 60.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 66.900 OK					
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 42.200 OK					
A >= R/3 = 39.700 OK					
A <= R = 119.000 OK					
			A/Au = 0.720	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK	
			A/Au = 0.720	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK	

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Siena-Fano

Arco 15 Destra ProgI 592.1406 - ProgF 597.0520					
Coordinate vertice	X:	692907.5039	Coordinate I punto Tg	X:	692905.4085
Coordinate vertice	Y:	4796935.9314	Coordinate I punto Tg	Y:	4796934.6503
Coordinate centro curva	X:	692967.4795	Coordinate II punto Tg	X:	692909.6505
Coordinate centro curva	Y:	4796833.1211	Coordinate II punto Tg	Y:	4796937.1250
Raggio	:	119.0000	Angolo al vertice	:	2
Tangente	:	2.4561	Sviluppo	:	4.9114
Saetta	:	0.0253	Corda	:	4.9111
Pt (%)	:	7.0			
Vp (Km/h) = 60.0					
R >= Rmin = 44.994 OK					

Clotoide di Continuità 16 ProgI 597.0520 - ProgF 646.4013					
Coordinate vertice	X:	692927.7450	Coordinate I punto Tg	X:	692909.6505
Coordinate vertice	Y:	4796947.1860	Coordinate I punto Tg	Y:	4796937.1250
Coordinate vertice	X:	692927.7450	Coordinate II punto Tg	X:	692955.9220
Coordinate vertice	Y:	4796947.1860	Coordinate II punto Tg	Y:	4796953.8158
Raggio Iniziale	:	357.5000	Angolo Iniziale	:	2
Raggio Finale	:	119.0000	Angolo Finale	:	18
Parametro N	:	1.0000	Tangente lunga	:	28.9464
Parametro A	:	93.8227	Tangente corta	:	20.7035
Sviluppo	:	49.3493			
Pti (%)	:	-7.0	Ptf (%)	:	-6.8
Vp (Km/h) = 60.0					
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 73.700 OK A/Aprec = 1.400 A/Aprec >= 2/3 = 0.670 OK					
A >= radq[Bi*(qi-qf)/((1/Ri-1/Rf)*dimax/100)] = 12.200 OK A/Aprec = 1.400 A/Aprec <= 3/2 = 1.500					
A >= Rmax/3 = 119.200 No					
A <= Rmin = 119.000 OK					

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	A	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1320	-1,81	3,18	4,99	65,93	1119,12	185,04	60,00	1000	OK
2	D	2000	3,18	-4,50	-7,68	153,70	197,97	351,63	60,00	2000	OK
3	S	1175	-4,50	-4,99	9,49	111,61	357,82	469,38	58,80	1000	OK
4	D	2000	-4,99	-0,54	-5,54	110,78	471,55	582,29	60,00	2000	OK
5	D	5000	-0,54	-0,96	-0,41	20,68	589,05	609,73	60,00	2000	OK

Tabella 1 – Caratteristiche altimetriche rampa Siena - Fano

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi : differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica

RAMPA SIENA - GROSSETO
VERIFICHE ELEMENTI DI TRACCIATO

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Siena-Grosseto

Dati generali sul tracciato Sv. Siena-Grosseto

Progressiva Iniziale (m): 0.0000 Lunghezza (m) : 412.6899
 Progressiva Finale (m): 412.6899
 Strada Tipo : Rampa diretta - Tipo 2
 Intervallo di Velocità di progetto (Km/h): 40 <= Vp <= 60

Rettifilo 1 ProgI 0.0000 - ProgF 93.4847

Coordinate P.to Iniziale X:	692480.3355	Coordinate P.to Finale X:	692573.7075
Y:	4796960.6517	Y:	4796956.0624
Lunghezza :	93.4847	Azimut :	357
Vp (Km/h) = 60.0			

Clotoide in entrata 2 ProgI 93.4847 - ProgF 163.6425

Coordinate vertice X:	692621.0489	Coordinate I punto Tg X:	692573.7075
Coordinate vertice Y:	4796953.7356	Coordinate I punto Tg Y:	4796956.0624
		Coordinate II punto Tg X:	692641.4875
		Coordinate II punto Tg Y:	4796941.2380
Raggio :	70.2000	Angolo :	29
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	47.3986
Parametro A :	70.1789	Tangente corta :	23.9567
Scostamento :	2.8956	Sviluppo :	70.1577
Pti (%) :	-2.8	Ptf (%) :	-7.0
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 70.200 OK			
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100) = 31.500 OK			
A >= R/3 = 23.400 OK			
A <= R = 70.200 OK			
		A/Au = 0.990	A/Au >= 2/3 = 0.670 OK
		A/Au = 0.990	A/Au <= 3/2 = 1.500 OK

Arco 3 Destra ProgI 163.6425 - ProgF 257.4172

Coordinate vertice X:	692688.7330	Coordinate I punto Tg X:	692641.4875
Coordinate vertice Y:	4796912.3488	Coordinate I punto Tg Y:	4796941.2380
Coordinate centro curva X:	692604.8661	Coordinate II punto Tg X:	692671.6373
Coordinate centro curva Y:	4796881.3472	Coordinate II punto Tg Y:	4796859.6757
Raggio :	70.2000	Angolo al vertice :	77
Tangente :	55.3780	Sviluppo :	93.7747
Saetta :	15.0848	Corda :	86.9564
Pt (%) :	7.0		
Vp (Km/h) = 48.4			
R >= Rmin = 44.994 OK			

Clotoide di Continuità 4 ProgI 257.4172 - ProgF 318.3668

Coordinate vertice X:	692664.3836	Coordinate I punto Tg X:	692671.6373
Coordinate vertice Y:	4796837.3266	Coordinate I punto Tg Y:	4796859.6757
		Coordinate II punto Tg X:	692636.3572
		Coordinate II punto Tg Y:	4796810.7768
Raggio Iniziale :	472.5000	Angolo Iniziale :	1
Raggio Finale :	70.2000	Angolo Finale :	29
Parametro N :	1.0000	Tangente lunga :	38.6053
Parametro A :	70.8892	Tangente corta :	23.4968
Sviluppo :	60.9496		
Pti (%) :	-7.0	Ptf (%) :	-3.7
Vp (Km/h) = 60.0			
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c] = 70.500 OK			
A >= radq(Bi*(qi-qf)/((1/Ri-1/Rf)*dimax/100)) = 30.300 OK			
		A/Aprec = 1.010	A/Aprec >= 2/3 = 0.670 OK
		A/Aprec = 1.010	A/Aprec <= 3/2 = 1.500

SIENA-Svincolo Ruffolo - Rampa Siena-Grosseto

Arco 5 Destra ProgI 318.3668 - ProgF 412.6899

Coordinate vertice	X:	692602.0051	Coordinate I punto Tg	X:	692636.3572
Coordinate vertice	Y:	4796778.2346	Coordinate I punto Tg	Y:	4796810.7768

Coordinate centro curva	X:	692311.4077	Coordinate II punto Tg	X:	692561.8820
Coordinate centro curva	Y:	4797153.7988	Coordinate II punto Tg	Y:	4796753.1507

Raggio	:	472.5000	Angolo al vertice	:	11
Tangente	:	47.3188	Sviluppo	:	94.3231
Saetta	:	2.3517	Corda	:	94.1665
Pt (%)	:	5.4			

Vp (Km/h) = 60.0

	D/S	Rv	i1	i2	Δi	L	da	A	Vp	Rv min	VERIFICA
1	S	1450	-1,81	5,00	6,81	98,84	11,92	98,81	60,00	1000	OK
2	S	3000	5,00	7,00	2,00	60,11	131,50	60,00	54,58	1000	OK
3	D	2000	7,00	5,00	-2,00	40,07	203,28	40,00	50,90	1500	OK
4	D	8000	5,00	3,56	-1,44	115,19	281,63	115,09	60,00	2000	OK

Tabella 2 – Caratteristiche altimetriche rampa Siena - Grosseto

I simboli riportati in colonna hanno i seguenti significati:

N: numero progressivo

D/S: dosso/sacca

Rv: raggio raccordo verticale

i1: pendenza prima livelletta (%)

i2: pendenza seconda livelletta (%)

Δi : differenza di pendenza (%)

L: lunghezza raccordo verticale

da: distanza progressiva inizio raccordo

a: distanza progressiva fine raccordo

Vp: velocità di progetto, desunta dal diagramma di velocità

Rv min: raggio raccordo verticale minimo per soddisfare verifiche di visibilità, di confort, di geometria

VERIFICA: esito della verifica