

S.S.16 "Adriatica"
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica"
con il Porto di Ancona

Opera commissariata ai sensi dell'art.4 della Legge 55/2019

PROGETTO DEFINITIVO

COD. AN255

PROGETTAZIONE: VIA INGEGNERIA S.R.L.

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giulio Filippucci (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



GEOLOGO:

Dott. Geol. Maurizio Lanzini (Ord. Geo. Regione Lazio 385)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Vincenzo Catone

PROGETTO STRADALE

Relazione Tecnica



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	AN255_T00PS00TRARE01_A			
COAN0099	D 22	CODICE ELAB.	T00PS00TRARE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	APR. 2022	V.FIMIANI	M.CAPASSO	G. FILIPPUCCI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SEZIONI TIPO ASSI PRINCIPALI	8
	3.1 Nuovo collegamento al Porto di Ancona (asse di progetto AP01).....	8
	3.2 Variante S.S. 3 Flaminia (asse di progetto AP02).....	11
4	VERIFICHE DELLA RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001	15
	4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	15
	4.1.1 Rettifili	15
	4.1.2 Curve circolari	15
	4.1.3 Curve a raggio variabile.....	16
	4.1.4 Verifiche planimetriche Asse AP01 Nuovo collegamento al Porto di Ancona.....	17
	4.1.5 Verifiche planimetriche Asse AP02 - Variante Flaminia	22
	4.1.6 Allargamento della carreggiata in curva.....	24
	4.1.7 Transizioni.....	25
	4.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO	25
	4.2.1 Livellette	25
	4.2.2 Raccordi verticali	26
	4.2.2.1 Convessi (Dossi).....	26
	4.2.2.2 Concavi (Sacche).....	26
	4.2.3 Verifiche altimetriche Asse AP01 – Nuovo collegamento al Porto di Ancona.....	27
	4.2.4 Verifiche altimetriche Asse AP02 – Variante Flaminia	32
	4.3 PENDENZE TRASVERSALI DELLA PIATTAFORMA	36
	4.4 DIAGRAMMI DI VELOCITÀ.....	36
	4.4.1 AP01 – Collegamento al Porto di Ancona.....	37
	4.4.1 AP02 – Variante Flaminia.....	37
	4.5 VERIFICHE DI VISIBILITÀ	37
	4.5.1 Distanza di visibilità per l'arresto.....	38
	4.5.2 Distanza di visibilità per il sorpasso	39
	4.6 VERIFICHE DI VISIBILITÀ INVERSIONE DI MARCIA.....	39
5	VIABILITÀ SECONDARIE	41
	5.1 Asse secondario – strada locale - AS01 (Via Marecchia).....	41
	5.2 Asse secondario – strada locale - AS02 (Via Metauro)	41
	5.3 Altre strade secondarie	42

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

6	PAVIMENTAZIONE STRADALE.....	43
6.1	PREMESSA.....	43
6.2	METODO AASHTO.....	43
6.2.1	Valutazione del traffico veicolare.....	43
6.2.2	Numero dei passaggi di veicoli commerciali previsto alla fine della "Vita utile".....	44
6.2.3	Indice Strutturale (o Structural Number) SN della pavimentazione.....	45
6.2.4	Affidabilità percentuale R1 e fattore di Affidabilità Zr.....	48
6.2.5	Portanza del sottofondo.....	49
6.2.6	Numero massimo di passaggi di assi equivalenti da 8,2 ton.....	49
6.2.7	Verifica della pavimentazione – Fattore di sicurezza a fatica FS.....	50
6.3	ASSE PRINCIPALE E ROTATORIE.....	50
6.4	STRADE SECONDARIE.....	52
7	ALLEGATI.....	52
7.1	ASSE AP01 - NUOVO COLLEGAMENTO AL PORTO DI ANCONA.....	52
7.1.1	Tabulato di tracciamento.....	52
7.1.2	Profilo longitudinale – dati.....	59
7.2	ASSE AP02 – VARIANTE FLAMINIA.....	61
7.2.1	Tabulato di tracciamento.....	61
7.2.2	Profilo longitudinale – dati.....	66

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

1 PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto definitivo dei lavori dell'Intervento AN255 - SS 16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona.

L'opera riguarda la **realizzazione di un nuovo collegamento viario** di estesa pari a circa 3,5 km, tra il Porto di Ancona e la S.S. n. 16 "Adriatica" all'altezza della frazione di Torrette, in corrispondenza del tratto della statale per la quale Anas ha in corso di esecuzione i lavori di raddoppio, da 2 a 4 corsie, finanziati nell'ambito del Contratto di Programma 2016-2020. Per fare "spazio" alla nuova infrastruttura è previsto lo spostamento della strada statale S.S. 3 Flaminia per un tratto di 1,8 km.

L'intervento rientra nelle attività di cui al **Protocollo di Intesa**, siglato in Ancona il 09.02.2017 tra MIT, Regione Marche, Comune di Ancona, Autorità Portuale, Anas e RFI ed avente per oggetto gli: "*Interventi per la riqualificazione urbana, la messa in sicurezza dall'azione meteomarina e la velocizzazione della linea ferroviaria Adriatica nonché per il collegamento viario della S.S. n. 16 al Porto di Ancona*", mediante un **progetto integrato** di opere sull'area denominata "**Lungomare Nord - collegamento S.S. n. 16 al Porto di Ancona**".

L'intervento ricade interamente nel comune di Ancona (AN) e gli obiettivi che si pone di raggiungere sono:

- migliorare il collegamento del Porto con le principali infrastrutture di trasporto stradale, favorendone la "messa in rete";
- assicurare, attraverso l'adeguamento dei collegamenti, le opportunità di sviluppo economico sia delle attività proprie del Porto che delle attività dell'indotto;
- adeguare la viabilità di accesso al Porto ai crescenti flussi di traffico, risolvendo i problemi di congestione della viabilità urbana attualmente utilizzata a tale scopo;
- fornire un miglioramento alle condizioni di inquinamento ambientale delle zone urbane e periurbane, rispondendo al crescente disagio espresso dai residenti;
- favorire il recupero dell'area urbana prospiciente l'area portuale, in linea con gli indirizzi della pianificazione urbanistica.

Con la redazione del progetto di fattibilità sono state individuate una serie di soluzioni alternative con individuazione quale preferenziale di un tracciato di sviluppo complessivo di 3.290 m, di cui 1.025 m in galleria e 300 m in viadotto che adotta una sezione di categoria C1 "extraurbana secondaria" ex DM 05.11.2001.

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	



Figura. Inquadramento intervento AN255.

Il tracciato del Progetto Definitivo è lo sviluppo della soluzione selezionata dal PFTE.

La complessiva soluzione infrastrutturale prevede, oltre al collegamento stradale con la rotonda di Torrette sulla statale 16 e allo spostamento della Flaminia, interventi oggetto di questo progetto, uno spostamento verso mare del tracciato ferroviario, ottenuto tramite il riempimento con un terrapieno di una fascia di litorale per consentire le nuove necessità di spazi richieste dalle diverse infrastrutture, una viabilità comunale - in parallelo a quella statale - quale viabilità di litorale (comprensiva di una pista ciclabile) inserite nel progetto RFI "Comune di Ancona - Lungomare Nord. Realizzazione della scogliera di protezione della linea ferroviaria Bologna-Lecce, interrimento con gli escavi dei fondali marini, rettifica e velocizzazione della linea ferroviaria".

Lo spostamento a est dei binari, dal by pass della palombella fino alla stazione RFI di Torrette, libera lo spazio necessario per la nuova Flaminia (asse di progetto AP02) e consente di inserire, là dove oggi corre la Flaminia attuale, il nuovo collegamento Porto-S.S. 16 (asse di progetto AP01) per i primi 1.200,00 m con una sezione come quella nella figura che segue:

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

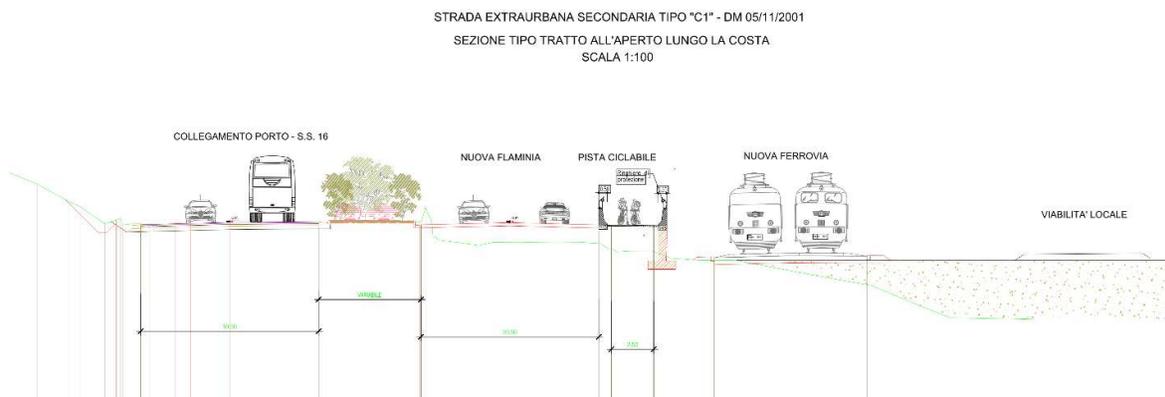


Figura. Sezione tipologica.

Nel seguito è riportato l'elenco delle viabilità presenti in progetto, con la loro definizione e classificazione ai sensi dell'Art. 2 Comma 2 del Codice della Strada (D.Lgs. 285/92).

WBS	Viabilità principali	Classificazione - D.Lgs. 285/92	Livello di rete - DM 05/11/2001	L [m]	SEZ (m)	PAVE	TIPOLOGIA
AP01	Nuovo collegamento	C – Strada extraurbana secondaria	Rete secondaria	3480	10,5 (C1)	S1 (60cm)	ASSE PRINCIPALE
AP02	SS 3 Flaminia	C – Strada extraurbana secondaria	Rete secondaria	1380	10,5 (C1)	S1 (60cm)	ASSE PRINCIPALE
AP02	SS 3 Flaminia	E – Strada urbana di quartiere	Rete secondaria	460	10,5 (E)	S1 (60cm)	ASSE PRINCIPALE
	Viabilità secondarie	Classificazione - D.Lgs. 285/92	Livello di rete - DM 05/11/2001	L [m]	SEZ (m)		
AS01	AS01	F – Strada locale	Rete locale	1033,00	6,5-4	S3 (bianca 33cm)	Viabilità Minore
AS02	AS02	F – Strada locale	Rete locale	201,00	4	S2 (45cm)	Viabilità Minore
Ricuciture	Strada della Grotta	F – Strada locale	Rete locale	55,00	6,5	S2 (45cm)	Viabilità Minore
Ricuciture	Via Tronto	F – Strada locale	Rete locale	50,00	4	S2 (45cm)	Viabilità Minore
IM	Accesso area impianti	F – Strada locale	Rete locale	180,00	4	S3 (bianca 33cm)	Viabilità Minore

Nella medesima tabella è stata inoltre riportata la rete stradale di appartenenza, in conformità a quanto stabilito nel DM 05/11/2001.

A tal proposito si precisa che le viabilità secondarie individuate sono brevi tratti di ricucitura della rete locale, di ripristino di accessi soppressi o di strade vicinali e possono considerarsi a destinazione particolare, e quindi per esse non sono applicabili i criteri progettuali legati alla "velocità di progetto", come precisato al punto 3.5 del DM 05/11/2001.

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La progettazione è stata eseguita nel rispetto della normativa vigente:

- D.L. 30.04.1992 n.285: "Nuovo Codice della Strada" 8G.U. 18.05.1992 n.114 suppl.) Modificato ed integrato dal D.L. 10.10.1993 n.360 (G.U. 15.09.1993 n.217 suppl.);
- D.P.R. 16.12.1992 n.495: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" (G.U. 28.12.1992 n.303 suppl.);
- D.P.R. 16.09.1996 n.610: "Regolamento recante modifiche al D.P.R. 16.12.1992 n.495, concernente il regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della strada" e s.m.i.;
- D.M. 05.11.2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22.04.2004 "Modifica del decreto 05.11.2001 n.6792, relativo alle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- CNR B.U. n.77 del 5/5/80 "istruzioni per la redazione dei progetti stradali";
- CNR B.U. n.178 del 15/9/95: "Catalogo delle pavimentazioni stradali";
- L. 29 luglio 2010 n.210 – Disposizioni in materia di sicurezza stradale;
- Direttiva LL.PP. 24.10.2000 – Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione (G.U.28.12.2000 n.301);
- D.M. 18.02.1992 n.223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza "e s.m.i.;
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004: "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04): "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- Circolare Ministero dei Trasporti 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".
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- Norme UNI EN 1317: "Barriere di sicurezza stradali":
 - ✓ UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

- ✓ UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";
- ✓ UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
- ✓ UNI ENV 1317-4:2003: "Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";
- ✓ UNI EN 1317-5:2012 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".
- DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 6.10.2011): "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

3 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SEZIONI TIPO ASSI PRINCIPALI

3.1 Nuovo collegamento al Porto di Ancona (asse di progetto AP01)

Le caratteristiche geometriche della piattaforma stradale del collegamento al porto (AP01) sono quelle di una strada di tipo **C1**, così come definita dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Strade extraurbane secondarie). La piattaforma stradale è costituita da una carreggiata unica, con una corsia per senso di marcia da m. 3.75, fiancheggiata da una banchina di 1.50 m. L'intervallo di velocità di progetto V_P è 60-100 km/h.

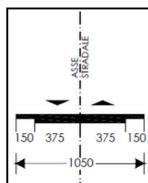


Figura. Piattaforma stradale tipo C1 (D.M. 05.11.2001).

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2.00 m ove alloggiano le barriere di sicurezza, delimitati a bordo piattaforma da un cordolo in conglomerato cementizio. La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale, di norma ha una pendenza strutturale massima del 2/3 con banca di 2.00 m per altezze del rilevato superiori a 5.00 m.

In trincea l'elemento marginale è costituito da una cunetta triangolare. La scarpata avrà pendenza congruente con le condizioni di stabilità degli scavi.

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

Il tracciato inizia dopo il viadotto di scavalco esistente che permette l'accesso al Porto di Ancona e prosegue con un tracciato in rettilineo. Prima di giungere alla frazione di Torrette, quasi all'altezza dell'autosalone Bartoletti, il tracciato si dirige in direzione sud-ovest interessando il versante collinare con una curva di raggio 410 metri, percorsa in buona parte con la galleria artificiale Torrette I di 470 metri di lunghezza.

Dopo un tratto in breve rettilineo, il versante viene poi percorso dal tracciato con una curva di raggio 510 metri al cui interno si trova la galleria naturale Torrette II, di 650 metri di lunghezza.

La parte terminale del tracciato prevede la realizzazione di un viadotto (viadotto Lolò) di 285 metri di lunghezza che si rende necessario per superare una linea di compluvio del versante.

Il percorso termina allacciandosi alla rotatoria prevista con il raddoppio della S.S. 16 al km 3 + 480.00.

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

La pendenza massima del nuovo asse non supera il 4,5%, mantenendo pendenze ottimali del 3% nel tratto in galleria naturale.

Il progetto proposto separa il flusso di traffico cittadino da quello portuale apportando un indubbio beneficio per la città e per la frazione di Torrette da cui viene tolto l'attraversamento del traffico pesante.

Dati caratteristici Asse AP01 di collegamento tra S.S.16 e Porto di Ancona

Lunghezza totale itinerario: 3.5 km	Pr. di progetto 0+000.00 – 3+480.00
Piattaforma stradale Asse Principale	Tipo C1 (extraurbana principale)
Intervallo velocità di progetto:	60 – 100 km/h
Pendenza longitudinale max.	4.5 %
Pendenza longitudinale min.	0.30 %
Raggio di curvatura planimetrico minimo:	200 m
Raggio convesso di curvatura altimetrico minimo:	3.000 m
Raggio concavo di curvatura altimetrico minimo:	4.500 m

Opere d'arte maggiori previste:

OPERE D'ARTE MAGGIORI					
VIADOTTI E PONTI	Asse	Progressiva spalla A	Progressiva spalla B	Lunghezza	Campate
Viadotto VI01 LOLO'	AP01 -Collegamento	3.146,50	3.431,50	285,00	7 (30+45+45+45+45+30)
GALLERIE	Asse	Progressiva nord	Progressiva sud	Lunghezza (m)	Coperture (m)
GALLERIA ARTIFICIALE TORRETTE 1					
GALLERIA ARTIFICIALE TORRETTE 1- Becco di flauto Lato Ancona	AP01 -Collegamento	1.570,00	1.650,00	80,00	
GALLERIA ARTIFICIALE TORRETTE 1- Artificiale	AP01 -Collegamento	1.650,00	1.960,00	310,00	
GALLERIA ARTIFICIALE TORRETTE 1- Becco di flauto Lato SS16 ADRIATICA	AP01 -Collegamento	1.960,00	2.040,00	80,00	
GALLERIA NATURALE TORRETTE 2					
GALLERIA NATURALE TORRETTE 2- Becco di flauto Lato Ancona	AP01 -Collegamento	2.304,00	2.384,00	80,00	
GALLERIA NATURALE TORRETTE 2- Tratto in artificiale Lato Ancona	AP01 -Collegamento	2.384,00	2.484,00	100,00	
GALLERIA NATURALE TORRETTE 2- Tratto in naturale	AP01 -Collegamento	2.484,00	2.864,00	380,00	25,00
GALLERIA NATURALE TORRETTE 2- Tratto in artificiale Lato SS16 Adriatica	AP01 -Collegamento	2.864,00	2.904,00	40,00	
GALLERIA NATURALE TORRETTE 2- Becco di flauto Lato SS16 Adriatica	AP01 -Collegamento	2.904,00	2.954,00	50,00	

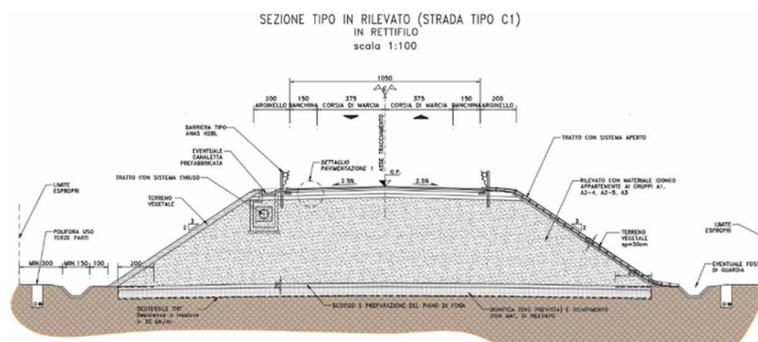


Figura. Sezione tipo C1 in rilevato.

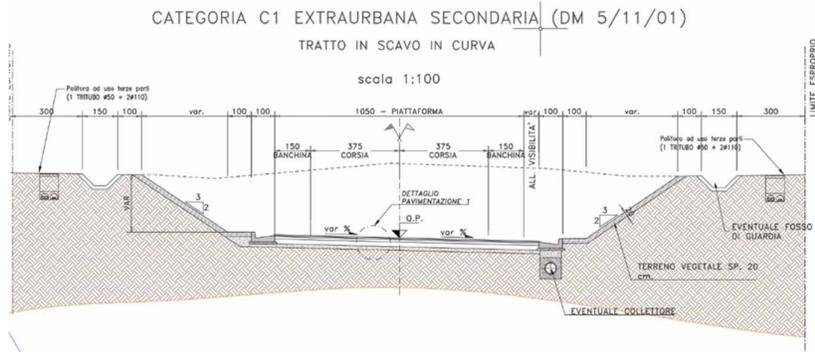


Figura. Sezione tipo C1 in trincea.

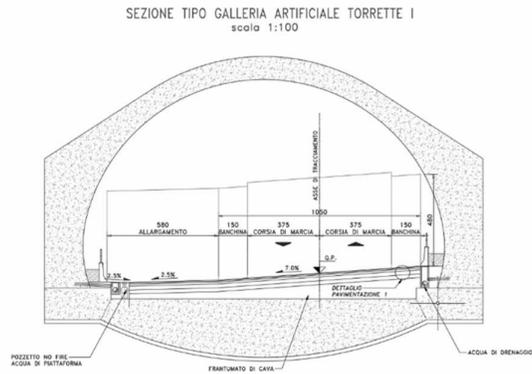


Figura. Sezione tipo C1 in galleria artificiale Torrette 1.



Figura. Sezione tipo C1 in galleria naturale Torrette 2.

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

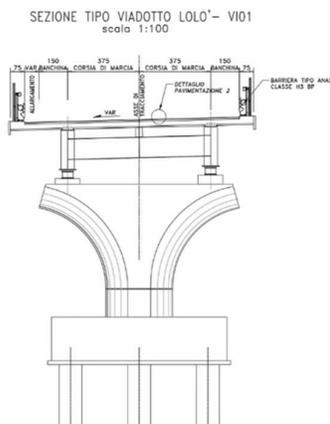


Figura. Sezione tipo C1 in Viadotto VI01 Lolò.

3.2 Variante S.S. 3 Flaminia (asse di progetto AP02)

Per fare spazio al nuovo asse di progetto la S.S.3 Flaminia viene deviata per un tratto complessivo di circa 1,8 km sfruttando lo spazio lasciato a disposizione dallo spostamento della rete ferroviaria.

Il tracciato parte dalla galleria artificiale esistente e viene adeguato alle caratteristiche geometriche di una strada di tipo **C1**, così come definita dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Strade extraurbane secondarie). La piattaforma stradale è costituita da una carreggiata unica, con una corsia per senso di marcia da m. 3.75, fiancheggiata da una banchina di 1.50 m. L'intervallo di velocità di progetto V_p è 60-100 km/h.

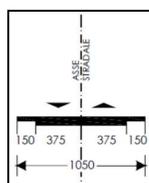


Figura. Piattaforma stradale tipo C1 (D.M. 05.11.2001).

La carreggiata di 10.50 m viene affiancata sul lato dx, dopo un cordolo di 75cm per l'inserimento della barriera di sicurezza H4BP (per il parallelismo con la ferrovia) da una pista ciclo pedonale di 2.5 m.

Alla progressiva 1+380 inizia una transizione per passare alle caratteristiche geometriche di una strada di tipo **E**, così come definita dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Strade urbana di quartiere), al fine di riallacciarsi alle sezione esistente della Via Flaminia in prossimità dell'abitato di Torrette. La piattaforma stradale è costituita da una carreggiata unica, con due

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

corsia per senso di marcia da m. 3.e 3.50m, fiancheggiata da una banchina di 0.50 m. L'intervallo di velocità di progetto V_P è 40-60 km/h.

Soluzione a 2+2 corsie di marcia di cui 1+1 percorsa da autobus

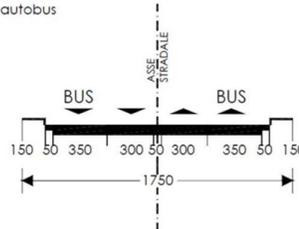


Figura. Piattaforma stradale tipo E (D.M. 05.11.2001).

In sx si ha un marciapiede da 1.50m, in dx (lato ferrovia) continua la pista ciclo pedonale di dimensione 2.5m. La carreggiata, pertanto, presenta una dimensione totale di 18.5m.

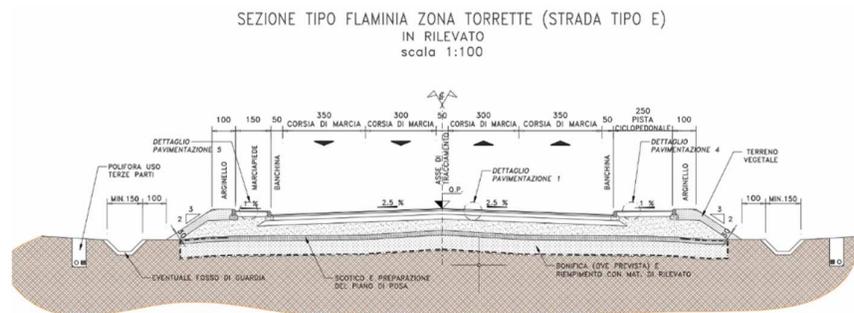
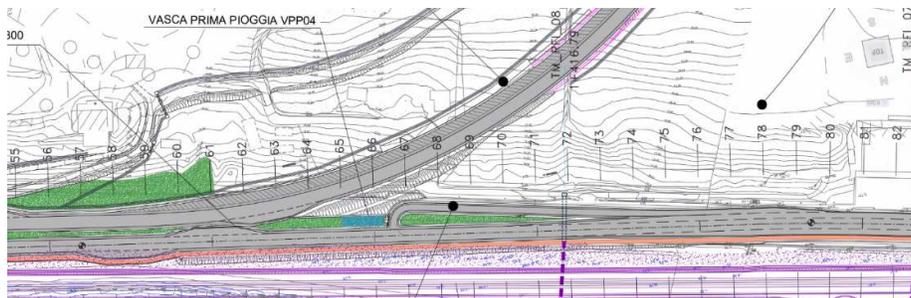


Figura. Sezione tipo E in rilevato.

Alla progressiva di progetto dell'asse principale AP02 (S.S.3 Flaminia) 1+310 è stata inserita una inversione di marcia, per consentire ai veicoli provenienti dagli esercizi commerciali sul lato Sud della Flaminia di tornare verso Torrette.



S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Figura. Inversione di marcia Prog.AP02 1+310.

Dati caratteristici Asse AP02 - Flaminia

Lunghezza totale itinerario: 1.8 km	Pr. di progetto 0+000.00 – 1+840.00
Piattaforma stradale Asse Principale	Tipo C1 (extraurbana principale) Tipo E (urbana)
Intervallo velocità di progetto:	60 – 100 km/h (C1) 40 – 60 km/h (E)
Pendenza longitudinale max.	2.65 %
Pendenza longitudinale min.	0.30 %
Raggio di curvatura planimetrico minimo:	225 m
Raggio convesso di curvatura altimetrico minimo:	6.200 m
Raggio concavo di curvatura altimetrico minimo:	4.500 m

Le seguenti immagini raffigurano la sistemazione stradale nel tratto iniziale di affiancamento dei due assi principali di progetto.

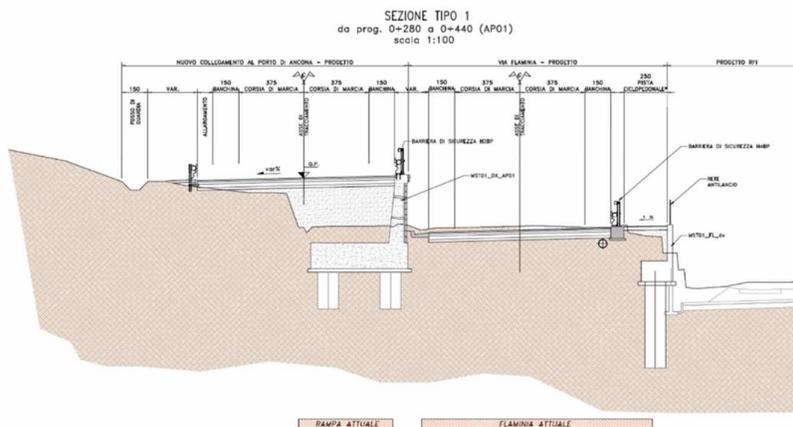


Figura. Sezione tipo tratto in affiancamento tra Prog. 0+280 a 0+440.

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

4 VERIFICHE DELLA RISPONDEZZA AL D.M. 05/11/2001

Le verifiche di normativa sono state eseguite mediante l'ausilio del software di progettazione stradale "Civil 3D" di Autodesk. In particolare, il programma consente la verifica, in tempo reale, delle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato rispetto ai parametri previsti dalla normativa di riferimento (DM 05/11/2001).

4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

4.1.1 Rettifili

Per tali elementi geometrici la normativa prescrive valori massimi e minimi in funzione della velocità di progetto. In particolare, il valore massimo si pone l'obiettivo di limitare la monotonia di guida, il superamento di velocità eccessive e l'abbagliamento notturno. Esso è dato dalla relazione seguente:

$$L_r = 22 \times V_{pMax}$$

Il valor minimo si pone, invece, l'obiettivo di garantire la percezione del rettifilo stesso e la normativa prevede i valori di cui alla seguente tabella, in cui la velocità è la massima desunta dal diagramma delle velocità per il rettifilo considerato:

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

4.1.2 Curve circolari

La verifica delle caratteristiche planimetriche delle curve a raggio costante è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

- a) Raggio minimo delle curve planimetriche: le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001;
- b) Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:
 - ✓ per $L < 300\text{m}$ $R \geq L$
 - ✓ per $L \geq 300$ $R \geq 400\text{ m}$.
- c) Compatibilità tra i raggi di due curve successive: essa è stata eseguita sulla scorta del diagramma in calce controllando, che il rapporto tra i raggi ricada almeno nella zona "accettabile".

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

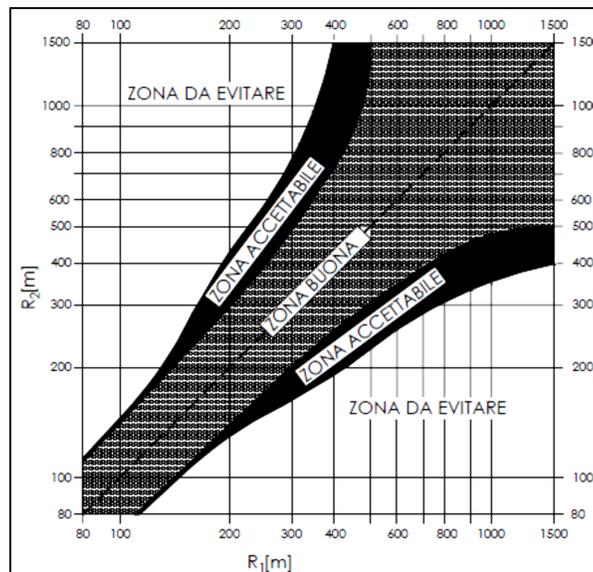


Figura 1. D.M. 05.11.2001 - Abaco figura 5.2.2.a.

- d) 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 $L_{c,min} \geq 2.5 \times V_{VP}$ con V_{VP} in m/s (desunto dal diagramma di velocità) ed $L_{c,min}$ in m.

4.1.3 Curve a raggio variabile

La verifica delle caratteristiche planimetriche delle curve a raggio variabile (clotoidi) è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

- a) Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo), 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:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{V^3}{c} - \frac{g V R (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

c = contraccolpo (m/s^3);

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.

Trascurando il secondo termine dell'espressione del radicando e assumendo per il contraccolpo (m/s^3) il valore limite:

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

$$c_{\max} = \frac{50,4}{V}$$

si ottiene:

$$A \geq 0,021 \times V^2$$

dove V (velocità di progetto, ancora desunta dal diagramma di velocità) è espressa in km/h.

b) Criterio 2 (Sovrapendenza 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;

$$q_i = \frac{i_{c_i}}{100}$$

$$q_f = \frac{i_{c_f}}{100}$$

La somma $q_i + q_f$ è espressa in valore assoluto.

c) Criterio 3 (Ottico)

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

$$A \geq R/3 \quad (R_1/3 \text{ in caso di continuità})$$

Inoltre, per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, deve essere:

$$A \leq R$$

Per quanto riguarda tutti i dati di tracciamento si faccia riferimento agli elaborati specifici.

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa.

4.1.4 **Verifiche planimetriche Asse AP01 Nuovo collegamento al Porto di Ancona**

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Analisi del tracciato secondo il DM 5.11.2001

=====

Nome del tracciato: AP

=====

ID=1 Rettifilo, da progressiva 0+000 a 0+220 [Lunghezza=22.321m]

- > Velocità = 40, Velocità massima = 40Km/h
- > Punto Iniziale = (377611.967,4829174.28), Punto Finale = (377590.026,4829178.381)

NO > Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (30m MIN a 40Km/h) (*)

- > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \cdot V = 880m$ con $V=40Km/h$)
- > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R=200 > L=22.321$)

ID=2.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+220 a 0+450 [Lunghezza=22.916m, A=67.7]

- > Velocità impostata = 43.2989244280133Km/h
- > Punto Iniziale = (377590.026,4829178.381), Punto Finale = (377567.588,4829183.02)
- > Limitazione rollio verificata: $A = 67.7 \geq 67.6050443602913$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 67.7 \geq 24.1343482486343$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata: $A = 67.7 \geq 0,021 \times V^2 = 39.371$
- > Criterio ottico verificato: $A = 67.7$ compreso tra 66.667 e 200

ID=2.2 Curva circolare, da progressiva 0+450 a 0+800 [Lunghezza=34.861m, Raggio=200]

- > Punto Iniziale = (377567.588,4829183.02), Punto Finale = (377534.641,4829194.277)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 33.67m - spazio percorso in 2.5s a 48.484109612953Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK ($R=200m$ maggiore di $R_{min}=118m$ per tipo strada='Cat. C (Extraurbana

Secondaria)')

- > Campo di utilizzo clotoidi verificato: $A1/A2 = 67.7/74.6 = 0.908$ compreso tra 2/3 e 3/2

ID=2.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+800 a 0+108 [Lunghezza=27.826m, A=74.6]

- > Velocità impostata = 52.6322577612009Km/h
- > Punto Iniziale = (377534.641,4829194.277), Punto Finale = (377509.747,4829206.697)
- > Limitazione rollio verificata: $A = 74.6 \geq 74.5360799085031$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 74.6 \geq 43.7655161105922$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata: $A = 74.6 \geq 0,021 \times V^2 = 58.173$
- > Criterio ottico verificato: $A = 74.6$ compreso tra 66.667 e 200

ID=3 Rettifilo, da progressiva 0+108 a 0+179 [Lunghezza=70.751m]

- > Velocità = 63.15, Velocità massima = 40Km/h
- > Punto Iniziale = (377509.747,4829206.697), Punto Finale = (377447.187,4829239.741)
- > Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 54.7261644199284m a 63.1507762799522Km/h)
- > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \cdot V = 1389.31707815895m$ con $V=63.1507762799522Km/h$)
- > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R=200 > L=70.751$)

ID=4.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+179 a 0+223 [Lunghezza=44.556m, A=133.5]

- > Velocità impostata = 69.6692947984708Km/h
- > Punto Iniziale = (377447.187,4829239.741), Punto Finale = (377407.416,4829259.813)
- > Limitazione rollio verificata: $A = 133.5 \geq 119.928872369468$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 133.5 \geq 71.2383173529712$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata: $A = 133.5 \geq 0,021 \times V^2 = 101.93$
- > Criterio ottico verificato: $A = 133.5$ compreso tra 133.333 e 400

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

ID=4.2 Curva circolare, da progressiva 0+223 a 0+277 [Lunghezza=54.106m, Raggio=400]
 > Punto Iniziale = (377407.416,4829259.813), Punto Finale = (377356.867,4829278.991)
 > Sviluppo della curva OK (maggiore di 53.937m - spazio percorso in 2.5s a 77.6692947980683Km/h)
 > Raggio MIN della curva OK (R=400m maggiore di R_min=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')
 > Campo di utilizzo clotoidi verificato: $A1/A2 = 133.5/133.5 = 1$ compreso tra 2/3 e 3/2

ID=4.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+277 a 0+322 [Lunghezza=44.556m, A=133.5]
 > Velocità impostata = 84.3359614647983Km/h)
 > Punto Iniziale = (377356.867,4829278.991), Punto Finale = (377313.79,4829290.352)
 > Limitazione rollio verificata: $A = 133.5 \geq 127.237514244967$
 > Limitazione contraccollo verificata: $A = 133.5 \geq 115.178665440506$
 NO > Limitazione contraccollo semplificata *NON* verificata: $A = 133.5 < 0,021 \times V^2 = 149.364$ (**)
 > Criterio ottico verificato: $A = 133.5$ compreso tra 133.333 e 400

ID=5 Rettifilo, da progressiva 0+322 a 0+416 [Lunghezza=94.233m]
 > Velocità = 98.26, Velocità massima = 100Km/h
 > Punto Iniziale = (377313.79,4829290.352), Punto Finale = (377222.242,4829312.687)
 NO > Rettilineo non seguito da una curva a raggio variabile (***)
 NO > Lunghezza MIN del rettilineo non raggiunta (144m MIN a 98.2618873908494Km/h) (***)
 > Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di $22 \times V = 2161.76152259869m$ con $V = 98.2618873908494Km/h$)
 > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettilineo ($R = 400 > L = 94.233$)

ID=6 Curva circolare, da progressiva 0+416 a 0+856 [Lunghezza=440.313m, Raggio=7500]
 > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h)
 > Punto Iniziale = (377222.242,4829312.687), Punto Finale = (376791.659,4829404.436)
 NO > Curva circolare non seguita da una curva a raggio variabile (***)
 > Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)
 > Raggio MIN della curva OK (R=7500m maggiore di R_min=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=7 Rettifilo, da progressiva 0+856 a 1+273 [Lunghezza=416.776m]
 > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h
 > Punto Iniziale = (376791.659,4829404.436), Punto Finale = (376381.66,4829479.293)
 > Lunghezza MIN del rettilineo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)
 > Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di $22 \times V = 2200m$ con $V = 100Km/h$)
 > MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m ($R = 410, L = 416.776$)

ID=8.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+273 a 1+353 [Lunghezza=79.905m, A=181]
 > Velocità impostata = 100Km/h)
 > Punto Iniziale = (376381.66,4829479.293), Punto Finale = (376302.664,4829491.079)
 > Limitazione rollio verificata: $A = 181 \geq 147.101627757442$
 > Limitazione contraccollo verificata: $A = 181 \geq 180.419734976354$
 NO > Limitazione contraccollo semplificata *NON* verificata: $A = 181 < 0,021 \times V^2 = 210$ (**)
 > Criterio ottico verificato: $A = 181$ compreso tra 136.667 e 410

ID=8.2 Curva circolare, da progressiva 1+353 a 1+943 [Lunghezza=590.198m, Raggio=410]
 > Punto Iniziale = (376302.664,4829491.079), Punto Finale = (375868.004,4829169.74)
 > Sviluppo della curva OK (maggiore di 67.707m - spazio percorso in 2.5s a 97.4987582741695Km/h)

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

> Raggio MIN della curva OK (R=410m maggiore di R_{min}=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato: $A1/A2 = 181/181 = 1$ compreso tra 2/3 e 3/2

ID=8.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+943 a 2+230 [Lunghezza=79.905m, A=181]

> Velocità impostata = 100Km/h

> Punto Iniziale = (375868.004,4829169.74), Punto Finale = (375856.111,4829090.76)

> Limitazione rollio verificata: $A = 181 \geq 147.101627757442$

> Limitazione contraccollo verificata: $A = 181 \geq 180.419734976354$

****NO**** > Limitazione contraccollo semplificata *NON* verificata: $A = 181 < 0,021 \times V^2 = 210$ (**)

> Criterio ottico verificato: $A = 181$ compreso tra 136.667 e 410

ID=9 Rettifilo, da progressiva 2+230 a 2+186 [Lunghezza=162.603m]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h

> Punto Iniziale = (375856.111,4829090.76), Punto Finale = (375837.132,4828929.268)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \times V = 2200m$ con $V=100Km/h$)

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R=410 > L=162.603$)

ID=10.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 2+186 a 2+248 [Lunghezza=62.356m, A=183.5]

> Velocità impostata = 100Km/h

> Punto Iniziale = (375837.132,4828929.268), Punto Finale = (375828.664,4828867.499)

> Limitazione rollio verificata: $A = 183.5 \geq 160.810447421571$

> Limitazione contraccollo verificata: $A = 183.5 \geq 178.766943405883$

****NO**** > Limitazione contraccollo semplificata *NON* verificata: $A = 183.5 < 0,021 \times V^2 = 210$ (**)

> Criterio ottico verificato: $A = 183.5$ compreso tra 180 e 540

ID=11 Curva circolare, da progressiva 2+248 a 3+136 [Lunghezza=888.286m, Raggio=540]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h

> Punto Iniziale = (375828.664,4828867.499), Punto Finale = (375163.863,4828438.011)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=540m maggiore di R_{min}=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=12 Curva a raggio variabile, da progressiva 3+136 a 3+199 [Lunghezza=62.336m, A=183.47]

> Velocità impostata = 100Km/h

> Punto Iniziale = (375163.863,4828438.011), Punto Finale = (375104.092,4828455.677)

> Limitazione rollio verificata: $A = 183.47 \geq 160.81044742156$

> Limitazione contraccollo verificata: $A = 183.47 \geq 178.766943405887$

****NO**** > Limitazione contraccollo semplificata *NON* verificata: $A = 183.47 < 0,021 \times V^2 = 210$ (**)

> Criterio ottico verificato: $A = 183.47$ compreso tra 180 e 540

ID=13 Rettifilo, da progressiva 3+199 a 3+199 [Lunghezza=0.041m]

> Velocità = 72.15, Velocità massima = 100Km/h

> Punto Iniziale = (375104.092,4828455.677), Punto Finale = (375104.053,4828455.69)

> rettilineo di flesso massimo consentito $((A1+A2)/12,5)$

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \times V = 1587.23412978612m$ con $V=72.1470058993691Km/h$)

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R=210 > L=0.041$)

ID=14.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 3+199 a 3+270 [Lunghezza=71.423m, A=122.47]

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

- > Velocità impostata = 72.1470058993691Km/h)
- > Punto Iniziale = (375104.053,4828455.69), Punto Finale = (375034.938,4828473.334)
- > Limitazione rollio verificata: A = 122.47 >= 64.8735334641937
- > Limitazione contraccollo verificata: A = 122.47 >= 107.341486635448
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 122.47 >= 0,021 x V² = 109.309
- > Criterio ottico verificato: A = 122.47 compreso tra 70 e 210

ID=14.2 Curva circolare, da progressiva 3+270 a 3+420 [Lunghezza=150.216m, Raggio=210]

- > Punto Iniziale = (375034.938,4828473.334), Punto Finale = (374891.483,4828441.09)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 42.241m - spazio percorso in 2.5s a 60.8265949935085Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK (R=210m maggiore di R_min=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')
- > Campo di utilizzo clotoidi verificato: A1/A2 = 122.47/82 = 1.494 compreso tra 2/3 e 3/2

ID=14.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 3+420 a 3+453 [Lunghezza=32.019m, A=82]

- > Velocità impostata = 36.9102339247888Km/h)
- > Punto Iniziale = (374891.483,4828441.09), Punto Finale = (374865.61,4828422.242)
- > Limitazione rollio verificata: A = 82 >= 46.4014760427512
- > Limitazione contraccollo verificata: A = 82 >= 28.0947114423163
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 82 >= 0,021 x V² = 28.61
- > Criterio ottico verificato: A = 82 compreso tra 70 e 210

ID=15 Rettifilo, da progressiva 3+453 a 3+480 [Lunghezza=27.78m]

- > Velocità = 31.65, Velocità massima = 100Km/h
- > Punto Iniziale = (374865.61,4828422.242), Punto Finale = (374843.578,4828405.32)
- **NO** > La velocità di progetto è 31.6486344896705Km/h e non compresa tra 40 e 140 Km/h (****)
- > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di 22*V=696.269958772751m con V=31.6486344896705Km/h)
- > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo (R=210 > L=27.78)

(*) Non applicabile: allaccio di inizio lotto a viabilità esistente.

(**) Non applicabile. Limitazione contraccollo verificata con formula esatta.

(***) Raggio della curva circolare $R \geq R' = 5250$ m.

Con tali raggi è possibile conservare la sagoma del rettifilo (J = -2.50%) e pertanto si può omettere l'inserimento delle curve di transizione. Inoltre, essendo tale curva assimilabile a un rettifilo, non è necessario che i rettifili che la precedono e/o seguono rispettino la lunghezza minima.

(****) Tratto in approccio a una rotatoria, perciò la velocità di progetto è inferiore a 40 Km/h.

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

4.1.5 Verifiche planimetriche Asse AP02 - Variante Flaminia

Il tratto iniziale del tracciamento della Via Flaminia, con la sequenza delle prime due curve, ribatte necessariamente l'andamento della viabilità esistente. Si sono introdotti miglioramenti planoaltimetrici, compatibilmente con i vincoli strutturali presenti (cavalcavia esistente di accesso al porto, galleria artificiale esistente, ferrovia). Particolare attenzione è stata posta a migliorare la sicurezza garantendo la corretta distanza di visibilità per l'arresto - intervenendo sul raggio altimetrico che era insufficiente - e la corretta percezione della transizione (ID=2.6) provenendo dal rettifilo da Torrette verso Ancona – impostandone tutti i parametri secondo normativa.

=====
Analisi del tracciato secondo il DM 5.11.2001
=====

Nome del tracciato: FLAMINIA
=====

ID=1 Rettifilo, da progressiva 0+000 a 0+180 [Lunghezza=17.569m]

> Velocità = 60.06, Velocità massima = 60Km/h

> Punto Iniziale = (377484.409,4829255.583), Punto Finale = (377467.104,4829258.614)

NO > Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (50m MIN a 60.0560375148018Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \cdot V = 1321.23282532564m$ con $V = 60.0560375148018Km/h$)

ID=2.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+180 a 0+430 [Lunghezza=25m, A=75] (*)

> Velocità impostata = 63.2 Km/h)

> Punto Iniziale = (377467.104,4829258.614), Punto Finale = (377442.566,4829263.382)

NO > Limitazione rollio *NON* verificata: $A = 75 < 86.6$ (*)

> Limitazione contraccolpo verificata: $A = 75 > 67.8$ (*)

NO > Limitazione contraccolpo semplificata *NON* verificata: $A = 75 < 0,021 \cdot V^2 = 83.9$

> Criterio ottico verificato: $A = 75$ compreso tra 75 e 225

ID=2.2 Curva circolare, da progressiva 0+430 a 0+560 [Lunghezza=13.3m, Raggio=225]

> Punto Iniziale = (377442.566,4829263.382), Punto Finale = (377429.383,4829266.879)

NO > Sviluppo della curva minore di 45.133m - spazio percorso in 2.5s a 65.0 Km/h (*)

> Raggio MIN della curva OK ($R = 225m$ maggiore di $R_{min} = 118m$ per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato: $A1/A2 = 75/84 = 0.893$ compreso tra 2/3 e 3/2

ID=2.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+560 a 0+880 [Lunghezza=31.36m, A=84]

> Velocità impostata = 69.1 Km/h)

> Punto Iniziale = (377429.383,4829266.879), Punto Finale = (377399.784,4829277.218)

> Limitazione rollio verificata: $A = 84 > 77.8$

> Limitazione contraccolpo verificata: $A = 84.3 > 84.29$

NO > Limitazione contraccolpo semplificata *NON* verificata: $A = 84 < 0,021 \cdot V^2 = 100.407$ (**)

> Criterio ottico verificato: $A = 84$ compreso tra 75 e 225

ID=2.3-ID=2.4 Rapporto parametro A flesso = 0.8

> Rapporto parametro A flesso OK (maggiore uguale a 2/3 e minore uguale a 3/2)

ID=2.4 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+880 a 0+112 [Lunghezza=24.5m, A=105]

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

> Velocità impostata = 69.15 Km/h
 > Punto Iniziale = (377399.784,4829277.218), Punto Finale = (377376.771,4829285.624)
 > Limitazione rollo verificata: A = 109 > 108.9
 > Limitazione contraccollo verificata: A = 105 >= 68.1051405034087
 > Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 105 >= 0,021 x V² = 100.407
 NO > Criterio ottico *NON* verificato: A = 109, Rin = Infinity, Rout = 450

ID=2.5 Curva circolare, da progressiva 0+112 a 0+129 [Lunghezza=15.3m, Raggio=450]
 > Punto Iniziale = (377376.771,4829285.624), Punto Finale = (377360.847,4829290.785)
 NO > Sviluppo della curva minore di 51.716m - spazio percorso in 2.5s a 74.47 Km/h
 > Raggio MIN della curva OK (R=450m maggiore di R_{min}=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')
 > Campo di utilizzo clotoidi verificato: A1/A2 = 105/150 = 0.7 compreso tra 2/3 e 3/2

ID=2.6 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+129 a 0+179 [Lunghezza=50m, A=150]
 > Velocità impostata = 80.9651284241072Km/h
 > Punto Iniziale = (377360.847,4829290.785), Punto Finale = (377312.506,4829303.532)
 > Limitazione rollo verificata: A = 150 >= 137.717396625652
 > Limitazione contraccollo verificata: A = 150 >= 106.324819258855
 > Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 150 >= 0,021 x V² = 137.662
 > Criterio ottico verificato: A = 150 compreso tra 150 e 450

ID=3 Rettifilo, da progressiva 0+179 a 0+372 [Lunghezza=192.853m]
 > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h
 > Punto Iniziale = (377312.506,4829303.532), Punto Finale = (377125.149,4829349.242)
 NO > Rettilineo non seguito da una curva a raggio variabile (***)
 > Lunghezza MIN del rettilineo OK (maggiore di 150.00000000227m a 100.00000000057Km/h)
 > Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di 22*V=2200.0000000125m con V=100.00000000057Km/h)
 > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettilineo (R=5250 > L=192.853)

ID=4 Curva circolare, da progressiva 0+372 a 0+682 [Lunghezza=309.94m, Raggio=5250]
 > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h
 > Punto Iniziale = (377125.149,4829349.242), Punto Finale = (376822.047,4829413.775)
 NO > Curva circolare non seguita da una curva a raggio variabile (***)
 > Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100.00000000025Km/h)
 > Raggio MIN della curva OK (R=5250m maggiore di R_{min}=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=5 Rettifilo, da progressiva 0+682 a 1+920 [Lunghezza=410.371m]
 > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h
 > Punto Iniziale = (376822.047,4829413.775), Punto Finale = (376418.325,4829487.349)
 NO > Rettilineo non seguito da una curva a raggio variabile (***)
 > Lunghezza MIN del rettilineo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)
 > Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di 22*V=2200m con V=100Km/h)
 > MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=5250, L=410.371)

ID=6 Curva circolare, da progressiva 1+920 a 1+148 [Lunghezza=55.77m, Raggio=7500]
 > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h
 > Punto Iniziale = (376418.325,4829487.349), Punto Finale = (376363.423,4829497.143)

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

NO > Curva circolare non seguita da una curva a raggio variabile (***)
 NO > Sviluppo della curva minore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h (***)
 > Raggio MIN della curva OK (R=7500m maggiore di R_min=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=7 Rettifilo, da progressiva 1+148 a 1+538 [Lunghezza=390.103m]
 > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h
 > Punto Iniziale = (376363.423,4829497.143), Punto Finale = (375979.131,4829564.228)

NO > Rettilineo non seguito da una curva a raggio variabile (***)
 > Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)
 > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di 22*V=2200m con V=100Km/h)
 > MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=1150, L=390.103)

ID=8 Curva circolare, da progressiva 1+538 a 1+599 [Lunghezza=61.357m, Raggio=1150]
 > Velocità = 60, Velocità massima = 100Km/h
 > Punto Iniziale = (375979.131,4829564.228), Punto Finale = (375918.998,4829576.386)

NO > Curva circolare non seguita da una curva a raggio variabile (***)
 > Sviluppo della curva OK (maggiore di 41.667m - spazio percorso in 2.5s a 60Km/h)
 > Raggio MIN della curva OK (R=1150m maggiore di R_min=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=9 Rettifilo, da progressiva 1+599 a 1+1000 [Lunghezza=400.602m]
 > Velocità = 60, Velocità massima = 100Km/h
 > Punto Iniziale = (375918.998,4829576.386), Punto Finale = (375528.599,4829666.223)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 50m a 60Km/h)
 > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di 22*V=1320m con V=60Km/h)
 > MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=1150, L=400.602)

(*) Curva circolare e curve a raggio variabile esistenti.

(**) Non applicabile. Limitazione contraccollo verificata con formula esatta.

(***) Raggio della curva circolare $R \geq R' = 5250$ (Tipo C) / 1150 (Tipo E) m.
 Con tali raggi è possibile conservare la sagoma del rettifilo (J = -2.50%) e pertanto si può omettere l'inserimento delle curve di transizione. Inoltre, essendo tale curva assimilabile a un rettifilo, non è necessario che la curva stessa e i rettili che la precedono e/o seguono rispettino la lunghezza minima.

4.1.6 Allargamento della carreggiata in curva

Nei tratti di strada in curva, per assicurare un franco fra i veicoli costante, la normativa prescrive per ciascuna corsia un allargamento in funzione del raggio della curva stessa. Gli allargamenti per la sicura iscrizione dei veicoli non sono necessari per le curve in progetto.

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

4.1.7 Transizioni

Sull'Asse AP02 - Deviazione Flaminia, per ricollegarsi al tratto esistente, la strada nel senso delle progressive crescenti passa da tipo C1 (Extraurbana secondaria Vp 100 - 60 km/h) con una corsia per senso di marcia a tipo E (Urbana di quartiere secondaria Vp 60 - 40 km/h) con due corsie per senso di marcia. Il tronco di transizione inizia in dx alla progr. 1+420 e termina alla progr. 1+520, in sx dalla progressiva 1+380 alla progressiva 1+480.

Si assume, a favore di sicurezza, che l'intero tronco di transizione debba essere percorso già all'inferiore delle Vp dell'intervallo 60-100, e che si debba quindi segnalare il limite di velocità di 60 km/h prima dell'inizio della riduzione di larghezza della carreggiata.

Applicando la formula:

$$L = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 * 12.96 * a_c}$$

con $a_c=0.8 \text{ m/s}^2$, si ottiene che la distanza necessaria per accelerare/decelerare da 100 a 60 km/h è pari a $L = 309.00 \text{ m}$, e si imporrà quindi il limite di velocità adeguatamente prima dell'inizio della transizione.

4.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Sono brevemente richiamati alcuni dei criteri introdotti dalla normativa (DM 05/11/2001) per la verifica degli elementi altimetrici del tracciato stradale per le nuove realizzazioni.

4.2.1 Livелlette

La pendenza massima delle livелlette di cui al DM 05/11/2001 risulta dal prospetto seguente:

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

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

4.2.2 Raccordi verticali

4.2.2.1 Convessi (Dossi)

Affinché su un raccordo convesso sia garantita la sicurezza è necessario che il conducente di un veicolo possa vedere un ostacolo (fisso o mobile) almeno ad una distanza D dipendente dalla velocità di progetto e dalle caratteristiche della strada da un'altezza h_1 (altezza dell'occhio del conducente) con l'obiettivo di osservare un ostacolo dell'altezza h_2 di 10 cm. In conformità a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) è 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 $D > L$

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

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

D = distanza di visibilità da realizzare [m]

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

h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma $h_1 = 1.10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0.10$ m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia è verificata la possibilità di vedere il limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente.

4.2.2.2 Concavi (Sacche)

Durante le ore diurne, la presenza di un raccordo concavo non crea nessun problema di visibilità, ma durante le ore notturne, invece, si possono formare delle zone d'ombra, dovute all'interazione tra le caratteristiche geometriche della strada e l'ampiezza del fascio luminoso prodotto dai fari dei veicoli. Il raggio minimo del raccordo concavo R_v è quindi calcolato, secondo la normativa, come segue:

- se $D < L$ (sviluppo del raccordo) si ha:

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

- se $D > L$

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

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

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. Si pone di norma $h = 0.5$ m;

ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo. Si pone di norma $\vartheta = 1^\circ$.

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa, da cui si deduce che l'andamento altimetrico del nuovo tracciato rispetta i criteri di cui al DM 05/11/2001.

4.2.3 Verifiche altimetriche Asse AP01 – Nuovo collegamento al Porto di Ancona

Verifica altimetrica AP_QP

1 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 0 Progressiva finale: 23.57 Lunghezza L (m): 23.57 Pendenza (%): -1.74 Verifica pendenza massima: OK Pendenza massima (%): 7 VERO
2 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 23.57 Progressiva finale: 160.3 Tipo raccordo: Sacca Raggio raccordo vert.(m): 6000 Pendenza in ingresso (%): - 1.74 Pendenza in uscita (%): 0.54 Lunghezza L (m): 136.73 Velocità di progetto (km/h): 63.64 Raggio verticale minimo (m): 40 6000 >= 40 Verifica percorribilità raccordo: OK Verifica accelerazione altimetrica: OK Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 520.84 6000 >= 520.84 Distanza di arresto D (m): 77.13 Raggio verticale minimo (m): 1611.34 6000 >= 1611.34
3 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 160.3 Progressiva finale: 168.79 Lunghezza L (m): 8.49 Pendenza (%): 0.54

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

4 - Raccordo	<p>Verifica pendenza massima: OK</p> <p>Dati</p> <p>Verifica percorribilità raccordo: OK</p> <p>Verifica accelerazione altimetrica: OK</p> <p>Verifica visuale libera arresto : OK</p> <p>Verifica visuale libera sorpasso : Errore</p>	<p>Pendenza massima (%): 7 0.54 <= 7</p> <p>Progressiva iniziale: 168.79 Progressiva finale: 395.55 Tipo raccordo: Dosso Raggio raccordo vert.(m): 7400</p> <p>Pendenza in ingresso (%): 0.54 Pendenza in uscita (%): -2.53 Lunghezza L (m): 226.76 Velocità di progetto (km/h): 98.49 Raggio verticale minimo (m): 20 7400 >= 20</p> <p>Accelerazione massima (m/s^2): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 1247.4 7400 >= 1247.4</p> <p>Distanza di arresto D (m): 162.71 Raggio verticale minimo (m): 7103.84 7400 >= 7103.84</p> <p>Distanza di sorpasso D (m): 541.68 Raggio verticale minimo (m): 25982.48 Errore: 7400 < 25982.48</p>
5 - Livelletta	<p>Dati</p> <p>Verifica pendenza massima: OK</p>	<p>Progressiva iniziale: 395.55 Progressiva finale: 402.98 Lunghezza L (m): 7.43 Pendenza (%): -2.53</p> <p>Pendenza massima (%): 7 VERO</p>
6 - Raccordo	<p>Dati</p> <p>Verifica percorribilità raccordo: OK</p>	<p>Progressiva iniziale: 402.98 Progressiva finale: 466.9 Tipo raccordo: Sacca Raggio raccordo vert.(m): 4500</p> <p>Pendenza in ingresso (%): - 2.53 Pendenza in uscita (%): -1.11 Lunghezza L (m): 63.92 Velocità di progetto (km/h): 100 Raggio verticale minimo (m): 40 4500 >= 40</p>

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 1286.01 4500 >= 1286.01
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 170.5 Raggio verticale minimo (m): -10448.24 4500 >= -10448.24
7 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 466.9 Progressiva finale: 639.84 Lunghezza L (m): 172.94 Pendenza (%): -1.11
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 VERO
8 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 639.84 Progressiva finale: 710.22 Tipo raccordo: Sacca Raggio raccordo vert.(m): 5000 Pendenza in ingresso (%): - 1.11 Pendenza in uscita (%): 0.3 Lunghezza L (m): 70.38 Velocità di progetto (km/h): 100 Raggio verticale minimo (m):
	Verifica percorribilità raccordo: OK	40 5000 >= 40
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 1286.01 5000 >= 1286.01
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 165.36 Raggio verticale minimo (m): -10683.02 5000 >= -10683.02
9 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 710.22 Progressiva finale: 1245.48 Lunghezza L (m): 535.26 Pendenza (%): 0.3
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 0.3 <= 7
10 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 1245.48 Progressiva finale: 1434.52 Tipo raccordo: Sacca Raggio raccordo vert.(m):

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

		4500
		Pendenza in ingresso (%): 0.3
		Pendenza in uscita (%): 4.5
		Lunghezza L (m): 189.04
		Velocità di progetto (km/h):
		100
		Raggio verticale minimo (m):
	Verifica percorribilità raccordo: OK	40
		4500 >= 40
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6
		Raggio verticale minimo (m) : 1286.01
		4500 >= 1286.01
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 172.76
		Raggio verticale minimo (m): 4245.37
		4500 >= 4245.37
11 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 1434.52
		Progressiva finale: 1530.77
		Lunghezza L (m): 96.25
		Pendenza (%): 4.5
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7
		4.5 <= 7
12 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 1530.77
		Progressiva finale: 1636.76
		Tipo raccordo: Dosso
		Raggio raccordo vert.(m):
		8500
		Pendenza in ingresso (%): 4.5
		Pendenza in uscita (%): 3.25
		Lunghezza L (m): 105.99
		Velocità di progetto (km/h): 97.5
		Raggio verticale minimo (m):
	Verifica percorribilità raccordo: OK	20
		8500 >= 20
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6
		Raggio verticale minimo (m) : 1222.48
		8500 >= 1222.48
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 170.23
		Raggio verticale minimo (m): 3336.17
		8500 >= 3336.17
	Verifica visuale libera sorpasso :	
	Errore	Distanza di sorpasso D (m): 536.24
		Raggio verticale minimo (m): 29412.18
		Errore: 8500 < 29412.18
13 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 1636.76

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

		Progressiva finale: 2352.35 Lunghezza L (m): 715.59 Pendenza (%): 3.25
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 3.25 <= 7
14 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 2352.35 Progressiva finale: 2402.29 Tipo raccordo: Dosso Raggio raccordo vert.(m): 20000 Pendenza in ingresso (%): 3.25 Pendenza in uscita (%): 3 Lunghezza L (m): 49.94 Velocità di progetto (km/h): 100 Raggio verticale minimo (m): 20 20000 >= 20
	Verifica percorribilità raccordo: OK	20000 >= 20
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s^2): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 1286.01 20000 >= 1286.01
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 175.71 Raggio verticale minimo (m): -456898.88 20000 >= -456898.88
	Verifica visuale libera sorpasso : OK	Distanza di sorpasso D (m): 550 Raggio verticale minimo (m): -970713.79 20000 >= -970713.79
15 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 2402.29 Progressiva finale: 3341.17 Lunghezza L (m): 938.88 Pendenza (%): 3
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 3 <= 7
16 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 3341.17 Progressiva finale: 3440.88 Tipo raccordo: Dosso Raggio raccordo vert.(m): 3000 Pendenza in ingresso (%): 3 Pendenza in uscita (%): -0.32 Lunghezza L (m): 99.71 Velocità di progetto (km/h): 49.48 Raggio verticale minimo (m): 20
	Verifica percorribilità raccordo: OK	20

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

		3000 >= 20
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 314.83 3000 >= 314.83
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 53.7 Raggio verticale minimo (m): 773.81 3000 >= 773.81
	Verifica visuale libera sorpasso : Errore	Distanza di sorpasso D (m): 272.13 Raggio verticale minimo (m): 8409.32 Errore: 3000 < 8409.32
17 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 3440.88 Progressiva finale: 3476.42 Lunghezza L (m): 35.54 Pendenza (%): -0.32
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 VERO

4.2.4 Verifiche altimetriche Asse AP02 – Variante Flaminia

Verifica
altimetrica
FLAMINIA_QP

1 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 0 Progressiva finale: 57.34 Lunghezza L (m): 57.34 Pendenza (%): 2.65
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 2.65 <= 7
2 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 57.34 Progressiva finale: 290.5 Tipo raccordo: Dosso Raggio raccordo vert.(m): 6200 Pendenza in ingresso (%): 2.65 Pendenza in uscita (%): -1.11 Lunghezza L (m): 233.16 Velocità di progetto (km/h): 95.43
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Raggio verticale minimo (m): 20 6200 >= 20
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 1171.03 6200 >= 1171.03
	Verifica visuale libera arresto : Errore	Distanza di arresto D (m): 152.71

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

		Raggio verticale minimo (m): 6258.07 Errore: 6200 < 6258.07 (*)
	Verifica visuale libera sorpasso : Errore	Distanza di sorpasso D (m): 524.84 Raggio verticale minimo (m): 21689.99 Errore: 6200 < 21689.99
3 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 290.5 Progressiva finale: 510.28 Lunghezza L (m): 219.78 Pendenza (%): -1.11
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 VERO
4 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 510.28 Progressiva finale: 573.63 Tipo raccordo: Sacca Raggio raccordo vert.(m): 4500 Pendenza in ingresso (%): -1.11 Pendenza in uscita (%): 0.3 Lunghezza L (m): 63.35 Velocità di progetto (km/h): 100
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Raggio verticale minimo (m): 40 4500 >= 40
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 1286.01 4500 >= 1286.01
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 165.36 Raggio verticale minimo (m): -10678.5 4500 >= -10678.5
5 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 573.63 Progressiva finale: 1018.64 Lunghezza L (m): 445.01 Pendenza (%): 0.3
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 0.3 <= 7
6 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 1018.64 Progressiva finale: 1268.82 Tipo raccordo: Dosso Raggio raccordo vert.(m): 25000 Pendenza in ingresso (%): 0.3 Pendenza in uscita (%): -0.7 Lunghezza L (m): 250.18 Velocità di progetto (km/h): 100
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Raggio verticale minimo (m): 20 25000 >= 20

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 1286.01 25000 >= 1286.01
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 164.65 Raggio verticale minimo (m): 7274.75 25000 >= 7274.75
	Verifica visuale libera sorpasso : OK	Distanza di sorpasso D (m): 550 Raggio verticale minimo (m): 22048.71 25000 >= 22048.71
7 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 1268.82 Progressiva finale: 1583.64 Lunghezza L (m): 314.82 Pendenza (%): -0.7
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 VERO
8 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 1583.64 Progressiva finale: 1658.7 Tipo raccordo: Sacca Raggio raccordo vert.(m): 7500 Pendenza in ingresso (%): -0.7 Pendenza in uscita (%): 0.3 Lunghezza L (m): 75.06 Velocità di progetto (km/h): 60
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Raggio verticale minimo (m): 40 7500 >= 40
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 462.96 7500 >= 462.96
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 70.16 Raggio verticale minimo (m): 1427.32 7500 >= 1427.32
9 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 1658.7 Progressiva finale: 1667.93 Lunghezza L (m): 9.23 Pendenza (%): 0.3
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 0.3 <= 7
10 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 1667.93 Progressiva finale: 1728.41 Tipo raccordo: Dosso Raggio raccordo vert.(m): 10000 Pendenza in ingresso (%): 0.3 Pendenza in uscita (%): -0.3 Lunghezza L (m): 60.48

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

	Verifica percorribilità raccordo: OK	Velocità di progetto (km/h): 60 Raggio verticale minimo (m): 20 10000 >= 20
	Verifica accelerazione almetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 462.96 10000 >= 462.96
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 70 Raggio verticale minimo (m): -78736.01 10000 >= -78736.01
	Verifica visuale libera sorpasso : OK	Distanza di sorpasso D (m): 330 Raggio verticale minimo (m): - 131461.61 10000 >= -131461.61
11 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 1728.41 Progressiva finale: 1752.86 Lunghezza L (m): 24.45 Pendenza (%): -0.3
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 VERO
12 - Raccordo	Dati	Progressiva iniziale: 1752.86 Progressiva finale: 1786.15 Tipo raccordo: Sacca Raggio raccordo vert.(m): 10000 Pendenza in ingresso (%): -0.3 Pendenza in uscita (%): 0.03 Lunghezza L (m): 33.29 Velocità di progetto (km/h): 60
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Raggio verticale minimo (m): 40 10000 >= 40
	Verifica accelerazione almetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6 Raggio verticale minimo (m) : 462.96 10000 >= 462.96
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 70.11 Raggio verticale minimo (m): - 268930.15 10000 >= -268930.15
13 - Livelletta	Dati	Progressiva iniziale: 1786.15 Progressiva finale: 1840 Lunghezza L (m): 53.85 Pendenza (%): 0.03
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7 0.03 <= 7

(*) N.A. Raccordo verticale esistente.

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

4.3 PENDENZE TRASVERSALI DELLA PIATTAFORMA

Le pendenze trasversali sono state calcolate in base ai criteri di normativa, sintetizzati nel diagramma seguente:

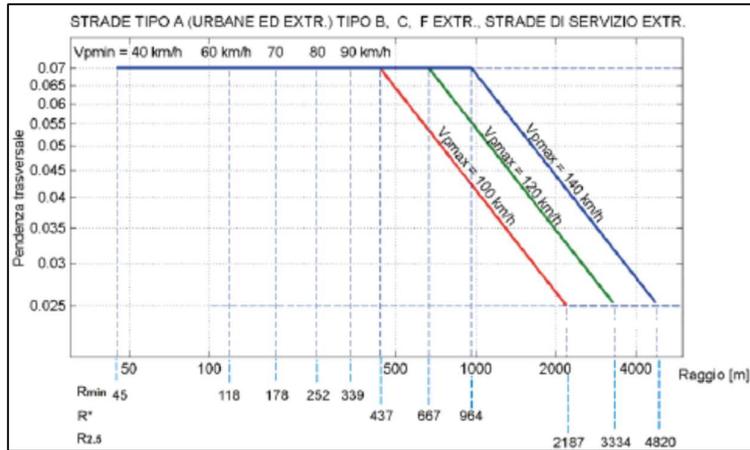


Figura 2. D.M. 05.11.2001 - Diagramma per il calcolo delle pendenze trasversali.

La piattaforma è conforme a quanto richiesto in normativa, richiamata nel prospetto seguente:

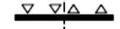
STRADE TIPO	PIATTAFORMA	PENDENZE TRASVERSALI
A, B, D a due o più corsie per carreggiata		
E a quattro corsie		
altre strade		

Figura 3. D.M. 05.11.2001 - Pendenze trasversali delle piattaforme nei rettifili

4.4 DIAGRAMMI DI VELOCITÀ

Le verifiche della corretta progettazione comportano la redazione del diagramma delle velocità per ogni senso di marcia. Esso è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale. L'esame del diagramma delle velocità prevede due verifiche, e in particolare:

$$D_t \leq D_r$$

$$D_t \leq D_v$$

dove

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

- D_t è la distanza di transizione, definita come la distanza necessaria per passare dal valore V_{P1} a quello V_{P2} con un accelerazione/decelerazione di $0,8 \text{ m/sec}^2$, deve essere sufficiente a consentire il riconoscimento dell'elemento o di eventuali ostacoli. Tale distanza di transizione è funzione della differenza di velocità fra i due elementi, della velocità media fra i due elementi e dell'accelerazione (0.80 m/s^2);
- D_r è la distanza di riconoscimento, definita come la lunghezza massima del tratto di strada entro la quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti. E' funzione della velocità di progetto dell'elemento di raggio maggiore;
- D_v è la distanza di visuale libera nel tratto che precede la curva circolare.

Il DM 05/11/2001 richiede inoltre che

- Per $V_{Pmax} \geq 100 \text{ km/h}$ (autostrade, strade extraurbane principali e secondarie) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla V_{Pmax} 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 .

La costruzione del diagramma di velocità non ha rilevato criticità per quanto attiene la distanza di transizione D_t .

Si precisa che tutte le verifiche di normativa, con particolare riferimento a quelle di visibilità, sono state eseguite con riferimento all'andamento del diagramma di velocità sopra descritto.

4.4.1 AP01 – Collegamento al Porto di Ancona

Il diagramma di velocità collegandosi ad una curva esistente (viadotto di scavalco con il porto) parte da 40 km/h , una volta raggiunti i 100 km/h si mantiene costante per tutto il tratto per poi diminuire fino ai 30 km/h nel tratto finale di raccordo con la rotatoria inserita nel progetto di raddoppio della S.S.16 "Adriatica".

4.4.1 AP02 – Variante Flaminia

Il diagramma di velocità del tratto di variante della Flaminia si attacca a due tratti esistenti di strada di categoria E (urbana di quartiere) con $V_p = 40-60 \text{ km/h}$; pertanto, il diagramma avrà agli estremi valore 60 km/h e nella parte centrale valore di 100 km/h .

4.5 VERIFICHE DI VISIBILITÀ

La presenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione. La distanza di visuale libera è definita dalla normativa come la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé indipendentemente dalle condizioni del traffico, atmosferiche e d'illuminazione. La distanza di visuale libera nel caso specifico deve essere confrontata con:

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

- Distanza di visibilità per l'arresto, definita come lo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo improvviso;
- Distanza di visibilità per la manovra di sorpasso, definita come la lunghezza del tratto di strada occorrente affinché un conducente che si accinga alla manovra possa vedere un autoveicolo che sopraggiunge dalla corsia opposta in condizioni di sicurezza.

Lungo tutto il tracciato deve essere sempre garantita la distanza di visibilità per l'arresto, mentre, per le strade extraurbane a unica carreggiata con doppio senso di marcia, la distanza di visibilità per il sorpasso dev'essere garantita per una conveniente percentuale di tracciato, in relazione al flusso di traffico smaltibile con il livello di servizio assegnato, in misura comunque non inferiore al 20%.

Le verifiche delle visuali libere sono state condotte confrontando la visuale libera disponibile con la distanza di arresto e quella di sorpasso, entrambe calcolate in base al diagramma della velocità. Se la visuale libera disponibile è insufficiente ad assicurare l'arresto, si è proceduto a un allargamento della carreggiata, in modo da aumentare la visuale libera. Nei tratti di carenza di visibilità per il sorpasso, tale manovra sarà interdetta mediante apposita segnaletica.

I diagrammi riportati nelle tavole specifiche fanno quindi riferimento alla visuale libera e alla distanza di visibilità determinate a seguito degli allargamenti necessari. Nelle tavole, sono inoltre riportati gli andamenti degli allargamenti e l'entità degli stessi.

4.5.1 Distanza di visibilità per l'arresto

Le DVL per l'arresto sono state confrontate con le relative distanze di visibilità disponibili, in funzione delle velocità desunte dai relativi diagrammi, considerando l'intervallo di velocità assegnato al tipo di strada secondo il DM 05/11/2001 e all'aderenza del piano viabile.

Le verifiche sono state condotte in entrambi i sensi di marcia, tenendo conto dell'andamento plano-altimetrico.

Le visuali disponibili sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Autodesk Civil 3D, che ha generato un modello tridimensionale in cui il solido stradale è stato considerato nelle sue effettive dimensioni per piattaforma, scarpate (in rilevato e in trincea) ed elementi marginali. In particolare, in corrispondenza degli arginelli, delle opere d'arte e ovunque altro previsto dalla normativa di settore, sono state inserite le barriere di sicurezza, in modo da ottenere una simulazione realistica degli ostacoli alla visibilità presenti lungo i tracciati.

A seguito della suddetta analisi di visibilità, per il Nuovo collegamento al Porto di Ancona è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma per la visibilità, come riportato negli appositi elaborati grafici e qui di seguito sintetizzati:

Curva	Raggio	Verso	Dal km	Al km	Allargamento. max
-------	--------	-------	--------	-------	----------------------

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

2	400	Sx	0+178	0+324	1.46
4	410	Sx	1+274	2+023	5.80
5	540	Dx	2+186	3+199	2.00

Si precisa che nella tabella precedente le progressive sono state arrotondate, come il valore massimo degli allargamenti. Più precise indicazioni potranno essere desunte dagli elaborati specifici.

4.5.2 Distanza di visibilità per il sorpasso

Anche la visuale libera e la distanza di visibilità per il sorpasso sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Civil 3D con le stesse metodologie di costruzione del solido stradale e di verifica delle DVL di cui al paragrafo precedente. Il relativo diagramma riporta, per ogni senso di marcia, i valori della visuale libera e della distanza di visibilità per il sorpasso, da cui si evince come quest'ultima sia garantita per una percentuale di tracciato in andata pari al 21,4% (744m) e per il 21% al ritorno (731m).

4.6 VERIFICHE DI VISIBILITÀ INVERSIONE DI MARCIA

La visibilità in corrispondenza delle intersezioni a raso è stata verificata in base ai criteri indicati nel DM 19/04/2006.

Per le intersezioni in progetto è previsto sempre il regime di STOP e pertanto lo schema di riferimento per le verifiche è il seguente:

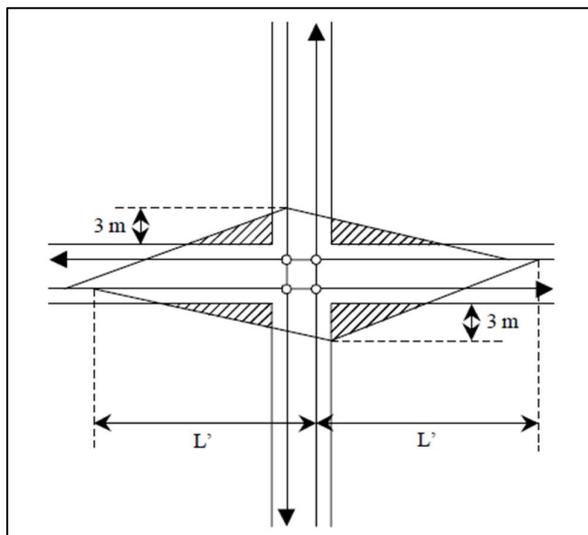


Figura. Triangoli di visibilità nel caso di regolazione con STOP.

La lunghezza L' è pari a:

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

$$L' = 6v \text{ (m.)}$$

in cui v è la velocità di riferimento sulla strada principale, espressa in m/sec.

Per l'inversione di marcia sulla S.S.3 Flaminia, i triangoli di visibilità, a favore di sicurezza sono stati disegnati tenendo conto della velocità di progetto massima di 100km/h, che determina un $L'=166.7\text{m}$.

Si riporta la verifica nella immagine seguente.

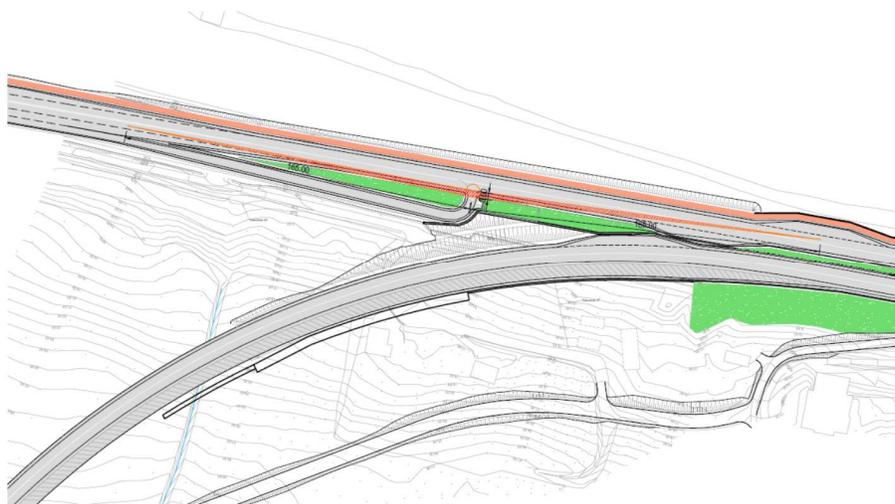


Figura. Triangoli di visibilità per inversione di marcia su S.S3 – Flaminia.

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

5 VIABILITÀ SECONDARIE

Per la realizzazione della nuova infrastruttura è stato necessario prevedere alcune deviazioni e ricuciture di viabilità minori.

Sono state previste due diverse tipologie di sezione tipo, in funzione delle dimensioni della viabilità preesistente deviata/riconnessa:

- Tipo 1: carreggiata da 6.50 m. costituita da due corsie da 2.75 m. fiancheggiate da banchine da 0.50 m;
- Tipo 2: carreggiata da 4.00 m. costituita da una corsia da 3.50 m. fiancheggiate da banchine da 0.25 m.

5.1 Asse secondario – strada locale - AS01 (Via Marecchia)

La nuova viabilità AP01, nella parte che insiste sulla costa, impone la realizzazione di una strada locale per servire le abitazioni che rimangono intercluse. Si realizzerà pertanto una nuova viabilità che parte da Via Marecchia denominata AS01.

La strada sarà bianca, per un tratto è del tipo 1 (6.5m) e nel tratto finale del tipo 2 (4m).

Dall'asse AS01 si accede tramite una viabilità di servizio al pozzo drenate (Bianca, di Tipo 2).

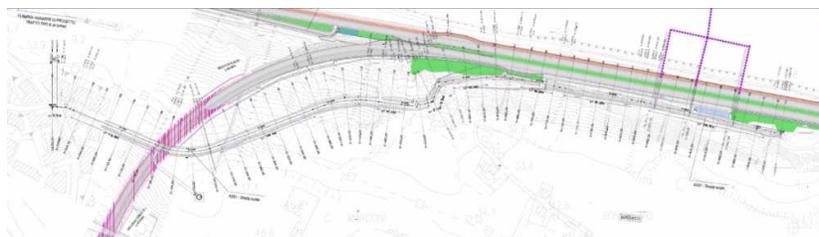


Figura. Planimetria AS01.

5.2 Asse secondario – strada locale - AS02 (Via Metauro)

La realizzazione del viadotto VI01 (Lolò) nel tratto terminale dell'asse AP01 impone la realizzazione di una strada locale per garantire l'accesso alla limitrofa abitazione (AS02) su via Metauro.

La strada sarà di tipo 2 (4m), pavimentata.

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	



Figura. Planimetria AS02.

5.3 Altre strade secondarie

In progetto è prevista la sistemazione di due strade esistenti che interferiscono con la realizzazione delle gallerie.

La strada della Grotta interferisce con la galleria artificiale Torrette 1, pertanto in fase di cantiere, per evitarne l'interruzione, si prevede l'utilizzo di un ponte metallico provvisorio che si interesterà sui cordoli della paratia provvisoria prevista per la realizzazione dell'opera.

A fine lavori la viabilità verrà ripristinata (pavimentata di tipo 1).

Via Tronto interferisce con la realizzazione del tratto in artificiale della galleria naturale Torrette 2. In fase di cantiere sarà deviata e a fine lavori sarà ripristinata (pavimentata di tipo 2).

In progetto è prevista inoltre una viabilità di accesso all'area impianti a servizio delle due gallerie che si innesta in via Di Giuseppe che sarà bianca di tipo 2 (4m).

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

6 PAVIMENTAZIONE STRADALE

6.1 PREMESSA

Nel presente capitolo sarà sviluppato il dimensionamento delle pavimentazioni stradali previste in progetto. Il calcolo è finalizzato a verificare che le pavimentazioni abbiano una resistenza a fatica tale da rimanere in efficienza durante tutta la vita utile prevista e che se ne debba prevedere il rifacimento integrale solo al termine di quest'ultima.

Le verifiche sono state eseguite con la metodologia semi-empirica dell'AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.

6.2 METODO AASHTO

Il metodo AASHTO permette di ricavare il numero totale di passaggi di assi equivalenti da 8.2t ($N_{8,2max}$ [ESALS]) che una pavimentazione di assegnate caratteristiche meccaniche riesce a sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità accettabile, in relazione alla "Affidabilità" richiesta.

Il numero ricavato è confrontato con quello dei passaggi di assi standard alla fine della "Vita utile" ($N_{8,2}$), calcolati attraverso lo spettro di traffico indicato nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali CNR.

E' opportuno osservare che il rifacimento dello strato di usura dopo un certo numero di anni è da considerarsi come un intervento manutentivo ordinario e prevedibile al fine di assicurare le necessarie caratteristiche di aderenza nelle pavimentazioni flessibili e semi-rigide.

L'obiettivo si sostanzia attraverso la definizione dei seguenti parametri:

- La "Vita utile", intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite;
- Lo "stato limite", cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario intervenire. Nel metodo empirico si fa riferimento al PSI (Present Serviceability Index);
- L'"affidabilità", cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile.

6.2.1 Valutazione del traffico veicolare

Per il traffico veicolare si farà riferimento a un TGM all'attualità pari a 10168 veic/giorno, con una percentuale di veicoli pesanti del 13.1%. Ai fini del dimensionamento della pavimentazione è stato inoltre ipotizzato, favore di sicurezza, un tasso annuo d'incremento dei veicoli pesanti pari al 1.22%.

La vita utile è pari a 25 anni.

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

6.2.2 Numero dei passaggi di veicoli commerciali previsto alla fine della "Vita utile"

Il numero di passaggi cumulati di veicoli commerciali alla fine della Vita utile è fornito dalla seguente espressione:

$$T^N = N_{vca} \cdot \frac{(1 + R)^N - 1}{R}$$

Dove:

N è la vita utile della sovrastruttura espressa in anni;

R è il tasso di incremento annuo del traffico commerciale;

N_{vca} è il numero dei passaggi di veicoli commerciali che si prevede transiterà durante il primo anno successivo all'apertura della strada, ed è definito da:

$$N_{vca} = TGM_{tot} \cdot p_c \cdot p_{sm} \cdot p_{corsia} \cdot d \cdot gg_{comm}$$

in cui:

TGM_{tot} il traffico giornaliero medio TGM in veicoli/giorno, che transita o si presume che transiterà nell'infrastruttura durante il primo anno di vita utile;

p_c la percentuale di veicoli commerciali di peso non inferiore a 3 ton sul traffico totale;

p_{sm} aliquota di traffico nella direzione più carica;

p_{corsia} la percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale;

d coefficiente di dispersione delle traiettorie;

gg_{comm} numero di giorni commerciali per anno.

Noto il numero dei veicoli commerciali transitanti sulla corsia più lenta alla fine della vita utile, il calcolo del numero di assi standard equivalenti è stato eseguito ricorrendo ai coefficienti di equivalenza definiti da AASHTO e agli spettri di traffico suggeriti nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali:

Tipologie di veicoli commerciali			Tipi di veicoli commerciali, numero d'assi, distribuzione dei carichi per asse												
			Numero totale	Peso assi (kN)											
		10		20	20	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	Autocarri leggeri	2	1	1											
2	Autocarri leggeri	2		1	1										
3	Autocarri medi e pesanti	2				1			1						
4	Autocarri medi e pesanti	2					1					1			
5	Autocarri pesanti	3				1			2						
6	Autocarri pesanti	3						1			2				
7	Autotreni e autoarticolati	4				1			2	1					
8	Autotreni e autoarticolati	4						1			3				
9	Autotreni e autoarticolati	5				1			4						
10	Autotreni e autoarticolati	5						1		2	2				
11	Autotreni e autoarticolati	5				1			3		1				
12	Autotreni e autoarticolati	5						1		3		1			
13	Mezzi d'opera	5					1						1	3	
14	Autobus	2				1			1						
15	Autobus	2						1			1				
16	Autobus	2					1		1						

Veicoli commerciali, numero di assi, distribuzione dei carichi per asse (Catalogo Pavimentazioni CNR).

Spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada																		
Tipo di strada	Categoria strada	Tipo di veicolo																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Autostrade extraurbane	AE	12.20	0.00	24.40	14.60	2.40	12.20	2.40	4.90	2.40	4.90	2.40	4.90	0.10	0.00	0.00	12.20
2	Autostrade urbane	AU	18.20	18.20	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	18.20	27.30	0.00	
3	Strade extraurbane principali e secondarie	B	0.00	13.10	39.50	10.50	7.90	2.60	2.60	2.50	2.60	2.50	2.60	0.50	0.00	0.00	10.50	
4	Strade extraurbane secondarie ordinarie	C	0.00	0.00	58.80	29.40	0.00	5.90	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	2.90	
5	Strade extraurbane secondarie turistiche	FE	24.50	0.00	40.80	16.30	0.00	4.15	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	12.20	
6	Strade urbane di scorrimento	D	18.20	18.20	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	18.20	27.30	0.00	
7	Strade urbane di quartiere e locali	E	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Strade urbane locali	FU	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	Corsie preferenziali	PR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.00	53.00	

Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada (Catalogo Pavimentazioni CNR)

In definitiva, si pone:

$$N_{8,2} = T^N \cdot C_{SN} \cdot n_a$$

in cui n_a è il numero medio di assi per veicolo commerciale; C_{SN} un coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale, di peso P_i e tipologia T_i , e l'asse singolo standard da 8,2 ton, ed è definito dalla seguente espressione:

$$C_{SNi} = C_{SN} (P_i, T_i, PSF_f) = 10^{-A}$$

Con:

$$A = \left\{ 4.79 \cdot [\log(18 + 1) - \log(0.225 \cdot P_i + T_i)] + 4.33 \cdot \log(T_i) + \frac{G}{B_i} - \frac{G}{B^*} \right\}$$

$$G = \log \frac{PSI_i - PSI_f}{2.7}$$

$$B_i = 0.40 + \frac{0.081 \cdot (0.225 \cdot P_i + T_i)^{3.23}}{\left(\frac{SN}{2.54} + 1\right)^{5.19} \cdot T_i^{3.23}}$$

PSI_i è il Present Serviceability Index all'apertura della strada, assunto pari a 4.2 per tenere conto delle inevitabili imperfezioni costruttive;

PSI_f è il Present Serviceability Index al termine della vita utile, assunto in funzione del tipo di strada e scelto in base alle indicazioni del Catalogo delle Pavimentazioni CNR;

SN è l'Indice Strutturale relativo alla sovrastruttura, meglio definito nel seguito.

	Tipo di strada	Cat. strada	Affidabilità	PSI
1	Autostrade extraurbane	AE	90%	3,00
2	Autostrade urbane	AU	95%	3,00
3	Strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico	B	90%	2,50
4	Strade extraurbane secondarie ordinarie	C	85%	2,50
5	Strade extraurbane secondarie turistiche	FE	80%	2,50
6	Strade urbane di scorrimento	D	95%	2,50
	Strade urbane di quartiere e locali	E	90%	2,00
7	Strade urbane locali	FU	90%	2,00
8	Corsie preferenziali	PR	95%	2,50

6.2.3 Indice Strutturale (o Structural Number) SN della pavimentazione

Lo "Structural Number" SN è un parametro che tiene conto della "resistenza strutturale" della pavimentazione. Esso è funzione degli spessori degli strati s_i , della "resistenza" dei materiali impiegati rappresentata, attraverso i "coefficienti strutturali di strato" a_i , e della loro sensibilità all'acqua rappresentata attraverso i "coefficienti di drenaggio" m_i . L'espressione analitica dello structural number è:

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

$$SN = \sum_i a_i \cdot s_i \cdot m_i$$

- i è il numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;
- a_i è un coefficiente che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tali coefficienti sono funzione del tipo e proprietà del materiale;
- s_i è lo spessore dello strato i -esimo della sovrastruttura in pollici (inch);
- m_i è un coefficiente funzione della qualità del drenaggio e della percentuale di tempo durante il quale la pavimentazione è esposta a livelli di umidità prossimi alla saturazione.

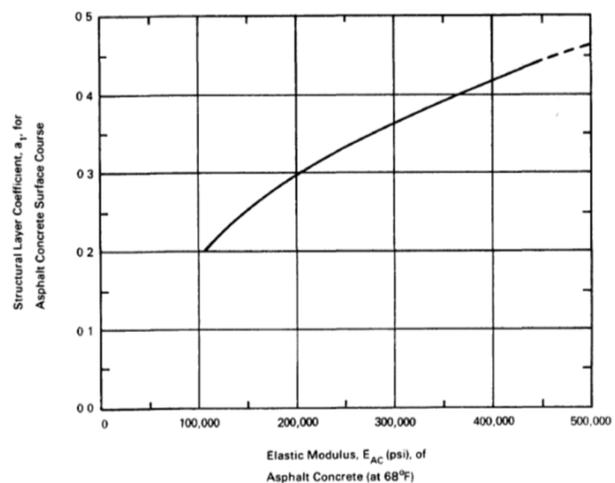
I coefficienti di struttura per gli strati di usura (a_1) e di base (a_3) si ricavano direttamente dai monogrammi presenti nell'AASHTO Guide. Il valore del coefficiente dello strato di collegamento (binder) (a_2), invece, si ricava per interpolazione lineare tra i parametri a_1 e a_3 (poiché negli Stati Uniti non è previsto tale strato), utilizzando il corrispondente valore della stabilità Marshall. Il coefficiente di struttura dello strato di fondazione a_4 in misto granulare si ricava utilizzando l'apposito nomogramma dell'AASHTO Guide in funzione del CBR della fondazione.

Il metodo AASHTO caratterizza i conglomerati bituminosi per mezzo della stabilità Marshall a 50 colpi.

Nella tabella a lato sono riportati i valori della stabilità a 75 colpi (secondo la normativa italiana), espressi in daN e della corrispondente a 50 colpi, espressa in libbre.

Stabilità Marshall			
Strato	S ₇₅ (daN)	S ₅₀ (daN)	S ₅₀ (lb)
usura	1100	916.67	2060.67
binder	1000	833.33	1873.33
base	800	666.67	1498.67

A questo proposito si deve rilevare che la procedura AASHTO consente la valutazione del coefficiente a_1 per mezzo di un apposito diagramma, che mette però in relazione detto parametro con il *modulo resiliente del conglomerato bituminoso*. Non essendo disponibili correlazioni dirette tra la stabilità Marshall e il modulo resiliente del conglomerato bituminoso, tali da consentire l'utilizzo diretto del diagramma di cui alla figura, le valutazioni sono state eseguite utilizzando i dati contenuti nel prospetto seguente, prendendo a riferimento e mediando i parametri evidenziati, tipici dei conglomerati bituminosi per usura, da cui risulta:



$$a_1 = 0.50 \cdot (0.425 + 0.450) \cong 0.43$$

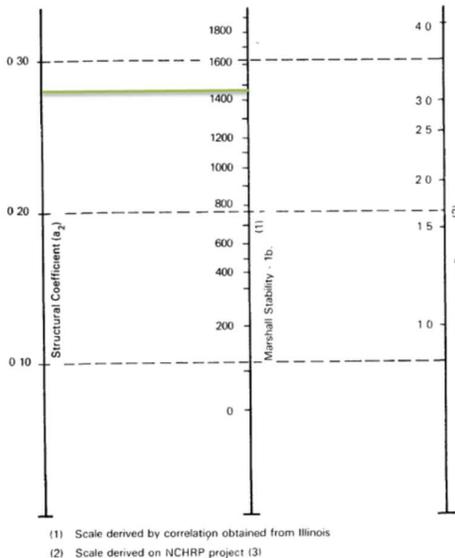
Pavement Layer	Layer Strength Coefficient a_i				
	TRL (1975)	AASHTO (1993)	Paterson (1987)	CRR1 (1993b)	Cenek and Patrick (1994)
<i>Surface Courses</i>					
Surface Treatment (ST)			0.20 - 0.40		0.300
Surface Dressing (SSD/DSD)	0.100				
Premix Carpet (PMC)				0.180	
Semi-Dense Carpet (SDC), 25mm				0.250	
Asphalt Mixture (cold/hot premix of low stability)	0.200		0.200		0.200
Asphalt Concrete (AC), 25 mm	0.180				
Asphalt Concrete (AC), 40/ 25 mm				0.300	
AC, MR30 = 1500 MPa			0.300		0.300
AC, MR30 = 2500 MPa			0.400		0.400
AC, MR30 = 4000 MPa			0.500		0.450
Elastic Mod. at 68F, E = 100,000 psi		0.200			
Elastic Mod. at 68F, E = 200,000 psi		0.300			
Elastic Mod. at 68F, E = 300,000 psi		0.350			
Elastic Mod. at 68F, E = 400,000 psi		0.425			
<i>Base Courses</i>					
GB, CBR = 30%	0.070	0.095	0.00-0.07		
GB, CBR = 50%	0.100	0.110	0.00-0.10		
GB, CBR = 70%	0.120	0.125	0.10-0.12		
CBR = 90%	0.135	0.130	0.12-0.13		
CBR = 110%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam (WBM)				0.140	0.140
CB, UCS = 0.7 MPa	0.100	0.100	0.100		
CB, UCS = 2.0 MPa	0.150	0.140	0.150		
CB, UCS = 3.5 MPa	0.200	0.175	0.200		
CB, UCS = 5.0 MPa	0.245	0.205	0.240		
Bituminous Base Material			0.320		
Dense Bituminous Macadam/				0.200	
Built-Up Spray Grout (BUSG)				0.160	
Thin Bituminous Layer, BT				0.140	
AB, Marshall Stability, 200 lb		0.120			
AB, Marshall Stability, 400 lb		0.160			
AB, Marshall Stability, 800 lb		0.200			
AB, Marshall Stability, 1200 lb		0.240			
<i>Sub-base Courses</i>					
GB, CBR = 5%	0.055	0.040	0.060		
GB, CBR = 15%	0.085	0.090	0.090		
GB, CBR = 25%	0.100	0.100	0.100		
GB, CBR = 50%	0.120	0.130	0.120		
GB, CBR = 100%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam, Oversized				0.140	
Brick Soling				0.120	
Brick Ballast/ Aggregates				0.120	
Local Gravel/ Kankar				0.100	
Cemented Materials,			0.140		

Source: Chakrabarti and Bennett (1994)

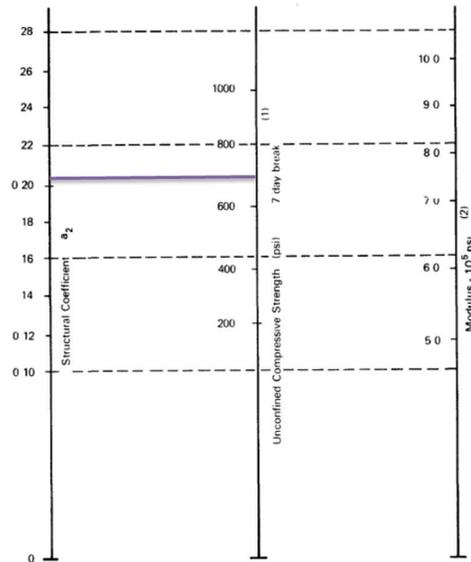
Il coefficiente di struttura a_3 per lo strato di base (che corrisponde ad a_2 nella metodologia AASHTO, dato che nei paesi anglosassoni non si usa distinguere il binder) è stato desunto dall'apposito nomogramma, valutato con riferimento alla specifica stabilità Marshall ($S_{50} \cong 1498$ lb), da cui risulta $a_3 = 0.28$.

Per quanto detto in precedenza, il coefficiente di struttura dello strato di collegamento (binder) è stato calcolato per interpolazione lineare tra a_1 e a_3 , ognuno con il proprio valore di stabilità Marshall, da cui risulta $a_2 = 0.38$.

Il coefficiente di struttura per lo strato in misto cementato è stato ottenuto utilizzando l'apposito nomogramma AASHTO, che in questo caso mette in relazione questo parametro con la resistenza a compressione a 7 gg. Il capitolato ANAS indica un range 2.5 – 5.5 MPa ed è stato scelto il valore di 5.00 MPa. Pertanto, risulta $a_4 = 0.20$.



Nomogramma per il calcolo di a_3

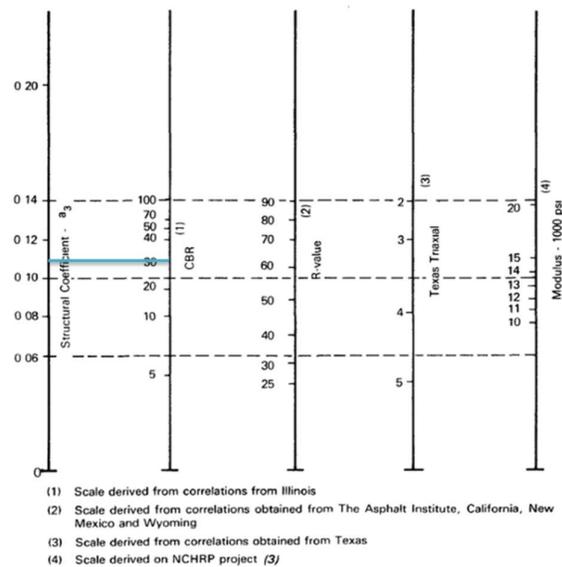


Nomogramma per il calcolo di a_4

Il coefficiente di struttura a_5 per lo strato in misto granulare stabilizzato granulometricamente è stato ricavato ancora mediante un nomogramma AASHTO in funzione del CBR. Il bollettino CNR sulle pavimentazioni richiede che, per questo strato, debba essere $CBR \geq 30\%$, da cui $a_5 = 0.11$.

In sintesi, i coefficienti di struttura sono i seguenti:

STRATO	COEFFICIENTE DI STRUTTURA
Usura	$a_1 = 0.43$
Binder	$a_2 = 0.38$
Base	$a_3 = 0.28$
Sub - base	$a_4 = 0.20$
Fondazione	$a_5 = 0.11$



6.2.4 Affidabilità percentuale R_1 e fattore di Affidabilità Z_r

Per "Affidabilità" s'intende la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile. L'affidabilità percentuale R_1 è stata desunta dalla tabella, tratta dal Catalogo delle Pavimentazioni CNR, riportata al paragrafo 6.2.2. Definita R_1 , si determina il fattore di affidabilità Z_r da inserire nella formula per il calcolo del numero massimo di passaggi di assi equivalenti:

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

Fattore di Affidabilità Z_r

R_1	80%	85%	90%	95%
Z_r	-0.841	-1.037	-1.282	-1.645

Fattore di affidabilità Z_r

6.2.5 Portanza del sottofondo

La "portanza" di un terreno è la sua capacità di sopportare i carichi senza che si verifichino eccessive deformazioni, che risultano essere di tipo elasto – plastico - viscoso.

Il parametro d'interesse da impiegare nel calcolo della pavimentazione con il metodo empirico è il Modulo Resiliente M_R . Per la sua valutazione sono state utilizzate le seguenti correlazioni:

$$Md = \frac{CBR_{LAB}}{0.20}$$

$$M_R = 2555 \cdot (CBR_{LAB})^{0.64} \text{ (psi)}$$

in cui:

M_d Modulo di deformabilità, ottenuto attraverso prove di carico su piastra di 300 mm;

CBR Indice di CBR del sottofondo.

Tenuto conto che il CSA ANAS prescrive che: "L'ultimo strato di 30 cm, costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, dovrà presentare un grado di costipamento pari, o superiore, al 95%; il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a 50 MPa, nell'intervallo compreso tra 50÷150 kPa (0.15 - 0.25 N/mm²) sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato", nei calcoli si è assunto un valore del modulo di deformazione del sottofondo pari a **$M_D = 50 \text{ MPa}$** .

6.2.6 Numero massimo di passaggi di assi equivalenti da 8,2 ton.

Il numero massimo di passaggi di assi equivalenti che la pavimentazione può sopportare ($N_{8,2max}^*$) è ricavabile dalla seguente espressione:

$$\log(N_{8,2max}^*) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log(M_r) - 8.07$$

essendo:

ΔPSI la differenza tra l'indice di funzionalità della pavimentazione e al termine della vita utile;

S_0 la deviazione standard relativa all'aleatorietà delle previsioni di traffico e delle prestazioni della pavimentazione, assunta pari a 0.45;

M_R il modulo resiliente del sottofondo, espresso in psi;

SN l'indice strutturale della pavimentazione precedentemente definito

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

Occorre poi valutare la correzione per la temperatura (R), al fine di considerare il diverso comportamento dei materiali che si trovano in zone climatiche differenti da quelle in cui è stato validato il modello:

$$\log(N_{8,2max}) = \log(N_{8,2max}^*) - \log R$$

6.2.7 Verifica della pavimentazione – Fattore di sicurezza a fatica FS

I risultati delle verifiche sono espressi attraverso il "fattore di sicurezza a fatica FS", dato dal rapporto tra il numero massimo ($N_{8,2max}$) di passaggi di assi equivalenti sopportabili dalla struttura nell'arco della vita utile e il numero di assi effettivamente transitanti sulla pavimentazione $N_{8,2}$ nel medesimo intervallo temporale:

$$FS = \frac{N_{8,2max}}{N_{8,2}}$$

6.3 ASSE PRINCIPALE E ROTATORIE

È stato scelto un pacchetto di pavimentazione semi-rigida, con uno spessore totale di 60 cm. costituito da:

- Usura in CB: 4 cm.
- Binder CB caldo: 6 cm.
- Base CB caldo. 10 cm.
- Sub base in misto cementato 20 cm.
- Fondazione in misto granulare: 20 cm.

Tra lo strato d'usura e il binder è prevista una mano d'attacco con bitume modificato hard, mentre tra lo strato di binder e la base sarà stesa una mano d'attacco con emulsioni bituminose non modificate.

Si riportano di seguito i dati salienti per le verifiche:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| • Vita utile | 25 anni. |
| • TGM _{iniz} | 10168 veic/giorno |
| • Percentuale veicoli pesanti | 13.10% |
| • Split | 60/40 |
| • Incremento traffico commerciale | 1.22%/anno |
| • M _D | 50 MPa |

Nei prospetti seguenti sono sintetizzati i dati delle verifiche eseguite con il metodo AASHTO e i relativi risultati.

Le verifiche hanno dato esito positivo, con un coefficiente di sicurezza minimo a fine vita utile pari a FS = 1.23.

S.S.16 "Adriatica"		 GRUPPO FS ITALIANE
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

LAVORO: PAVIMENTAZIONI PER STRADE DI CATEGORIA C

VERIFICA PAVIMENTAZIONE STRADALE - AASHTO GUIDE DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES

Parametri fondamentali	Var	unità	
Tipo di strada di progetto	Cat.		C
Tipo di strada di progetto (Catalogo Pavimentazioni Stradali CNR)			3
Vita utile della pavimentazione	Vu	anni	25
Present Serviceability Index (PFI) iniziale	PSI _i		4,2
Present Serviceability Index (PFI) finale	PSI _f		2,5

Portanza del sottofondo	Var	unità	
Modulo deformabilità da prove di carico su piastra D300	Md	MPa	50
Valore del CBR del sottofondo	CBR	%	10
Modulo resiliente del sottofondo in MPa	Mr	MPa	77
Modulo resiliente del sottofondo in psi	Mr	psi	11168

Structural Number caratteristico della pavimentazione	sp		ai	mi	SN (inch)
	(cm)	(inch)			
Strato di Usura	4	1,57	0,43	1,0	0,68
Strato di Binder	6	2,36	0,38	1,0	0,90
Strato di Base	10	3,94	0,28	1,0	1,10
Sub-base in misto cementato	20	7,87	0,20	1,0	1,57
Fondazione in misto granulare stabilizzato	20	7,87	0,11	1,0	0,87
	60			Totale	5,12

Structural Number caratteristico della pavimentazione + sottofondo	SN	inch	5,12
---	----	------	-------------

Numero di passaggi di veicoli commerciali previsto nella Vita utile	Var	unità	
Traffico giornaliero medio all'attualità	TGM _i	veicoli/giorno	10168
Percentuale di veicoli commerciali di peso superiore a 3 ton	p _c	%	13,10%
Percentuale di traffico nel senso di marcia	p _{sm}	%	70%
Percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di calcolo	p _{corsia}	%	100%
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	d	%	80%
Numero giorni commerciali per settimana	gg _{sett}	gg	7
Numero settimane commerciali per anno	S _{anno}	sett.	52
numero di veicoli commerciali in transito durante il primo anno di vita utile	N _{vc0}	num.	271.517
Numero medio di assi per veicolo commerciale	n _a	num.	2,12
incremento annuo di traffico commerciale	R	%	1,22%
Traffico giornaliero medio al termine della vita utile	TGM _f	veicoli/giorno	13.759
numero di veicoli commerciali transitanti nell'arco della vita utile	T ^N	num.	7.878.241

Numero di passaggi di assi standard equivalenti alla fine della Vita utile	Var	unità	
Coefficiente di equivalenza	C _{sN}		1,972

Numero di passaggi di assi equivalenti da 8.2 ton: n_axT^N x C_{sN}	N_{8.2}	32.931.231
--	------------------------	-------------------

Affidabilità di progetto	Var	unità	
Affidabilità percentuale di progetto	R ₁	%	85%
fattore di affidabilità	Z _R		-1,037
deviazione standard relativa all'aleatorietà delle prev. Di traffico e prest. Pav.	S ₀		0,45

Condizioni climatiche	Var	unità	
Coefficiente di correzione	R		1,00

Calcolo del traffico sopportabile - N _{8.2max}	Var	unità	
---	-----	-------	--

$$\log(N_{8.2max}^*) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log(M_r) - 8.07$$

log(N [*] _{8.2max})	log(N [*] _{8.2max})	7,61
traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	N [*] _{8.2max}	40.527.338

Traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	N_{8.2max}	40.527.338
---	---------------------------	-------------------

Coefficiente di sicurezza N8.2max / N8.2	FS	1,23
Status Check	Ch	OK

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

6.4 STRADE SECONDARIE

Per le strade secondarie è stata scelta una pavimentazione flessibile avente spessore totale pari a 45 cm. così costituita:

- Usura in CB chiuso: 3 cm.
- Binder CB semichiuso: 6 cm.
- Base CB aperto: 15 cm.
- Fondazione: misto granulare: 21 cm.

7 ALLEGATI

7.1 ASSE AP01 - NUOVO COLLEGAMENTO AL PORTO DI ANCONA

7.1.1 Tabulato di tracciamento

Alignment Name: AP

Station Range: Start: 0+000.000, End: 3+480.274

Description:

Begin AP

N 4,829,174.2796 E 377,611.9672 0+000.000

Line (1)

N 311.7641 22.732m

N 4,829,178.4565 E 377,589.6220 0+022.732

Line (1)

Curve Group (2)

*****Spiral-In *****

SI N 4,829,178.4565 E 377,589.6220

Long Tangent 14.966m

Short Tangent 7.484m

Long Chord 22.442m

Spiral Length 22.445m

Spiral Angle 3.2150 (d)

Xs 22.438m

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Ys 0.420m
 p 0.105m
 k 11.221m
 k' 0.105m

***** Curve *****

CC N 4,829,377.2164 E 377,615.3591
 PI N 4,829,187.513m E 377,549.240m
 TAN 18.950m
 Distance 37.731m Bearing N 178.6496
 External Distance 0.896m
 Middle Ordinate 0.892m
 Radius 200.000m
 DEG 162.7448 (d)
 DELTA 10.8252 (d)
 LENGTH 37.787m'

*****Spiral-Out *****

SI N 4,829,195.4098 E 377,532.0144
 Long Tangent 14.966m
 Short Tangent 7.484m
 Long Chord 22.442m
 Spiral Length 22.445m
 Spiral Angle 3.2150 (d)
 Xs 22.438m
 Ys 0.420m
 p 0.105m
 k 11.221m
 k' 0.105m

Line (3)

N 330.9366 72.631m
 N 4,829,239.4403 E 377,447.7558 0+178.040

Line (3)

Curve Group (4)

*****Spiral-In *****

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

SI N 4,829,239.4403 E 377,447.7558
 Long Tangent 30.380m
 Short Tangent 15.192m
 Long Chord 45.556m
 Spiral Length 45.563m
 Spiral Angle 3.2632 (d)
 Xs 45.548m
 Ys 0.865m
 p 0.216m
 k 22.779m
 k' 0.216m

***** Curve *****

CC N 4,828,896.1954 E 377,240.6934
 PI N 4,829,270.649m E 377,383.683m
 TAN 25.726m
 Distance 51.345m Bearing N 176.7779
 External Distance 0.826m
 Middle Ordinate 0.825m
 Radius 400.000m
 DEG 165.8677 (d)
 DELTA 7.3597 (d)
 LENGTH 51.380m'

*****Spiral-Out *****

SI N 4,829,278.2654 E 377,359.1102
 Long Tangent 32.673m
 Short Tangent 16.339m
 Long Chord 48.992m
 Spiral Length 49.000m
 Spiral Angle 3.5094 (d)
 Xs 48.982m
 Ys 1.000m
 p 0.250m
 k 24.497m
 k' 0.250m

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Line (5)

N 315.2341 92.145m

N 4,829,312.6867 E 377,222.2421 0+416.128

Line (5)

Curve (6)

BC N 4,829,312.6867 E 377,222.2421 0+416.128

CTR N 4,822,026.3992 E 375,444.5991

PI N 4,829,364.8830 E 377,008.2976

Direction Back N 315.2341

Radius 7,500.000m

Delta 3°21'49"(LT)

Length 440.313m

Tangent 220.220m

Chord Direction N 313.3653 Distance 440.249m

Direction Ahead N 311.4966

EC N 4,829,404.4362 E 376,791.6592 0+856.441

Curve (6)

Line (7)

N 311.4966 416.785m

N 4,829,479.2940 E 376,381.6523 1+273.225

Line (7)

Curve Group (8)

*****Spiral-In *****

SI N 4,829,479.2940 E 376,381.6523

Long Tangent 53.296m

Short Tangent 26.659m

Long Chord 79.871m

Spiral Length 79.905m

Spiral Angle 5.5832 (d)

Xs 79.829m

Ys 2.594m

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

p 0.649m
 k 39.940m
 k' 0.649m

***** Curve *****

CC N 4,829,082.4967 E 376,268.6062
 PI N 4,829,520.929m E 375,944.485m
 TAN 359.412m
 Distance 540.538m Bearing N 240.5273
 External Distance 135.231m
 Middle Ordinate 101.690m
 Radius 410.000m
 DEG 86.3570 (d)
 DELTA 82.4766 (d)
 LENGTH 590.190m'

*****Spiral-Out *****

SI N 4,829,169.7494 E 375,867.9979
 Long Tangent 53.296m
 Short Tangent 26.659m
 Long Chord 79.871m
 Spiral Length 79.905m
 Spiral Angle 5.5832 (d)
 Xs 79.829m
 Ys 2.594m
 p 0.649m
 k 39.940m
 k' 0.649m

Line (9)

Non-Tangent Radial Bearing N 11.4966
 N 207.4489 162.620m
 N 4,828,929.2613 E 375,837.1186 2+185.844

Line (9)

Curve Group (10)

*****Spiral-In *****

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

SI N 4,828,929.2613 E 375,837.1186
 Long Tangent 41.578m
 Short Tangent 20.792m
 Long Chord 62.347m
 Spiral Length 62.356m
 Spiral Angle 3.3081 (d)
 Xs 62.335m
 Ys 1.200m
 p 0.300m
 k 31.175m
 k' 0.300m

***** Curve *****

CC N 4,828,961.3744 E 375,296.8736
 PI N 4,828,294.739m E 375,727.534m
 TAN 581.610m
 Distance 791.462m Bearing N 236.5148
 External Distance 253.644m
 Middle Ordinate 172.581m
 Radius 540.000m
 DEG 79.1349 (d)
 DELTA 94.2493 (d)
 LENGTH 888.278m'

*****Spiral-Out *****

SI N 4,828,438.0160 E 375,163.8475
 Long Tangent 41.573m
 Short Tangent 20.790m
 Long Chord 62.340m
 Spiral Length 62.349m
 Spiral Angle 3.3077 (d)
 Xs 62.328m
 Ys 1.200m
 p 0.300m
 k 31.171m
 k' 0.300m

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Line (11)

****Non-Tangent**** Radial Bearing N 11.4966

N 319.5212 0.007m

N 4,828,455.6887 E 375,104.0575 3+198.835

Line (11)

Curve Group (12)

*****Spiral-In *****

SI N 4,828,455.6887 E 375,104.0575

Long Tangent 47.688m

Short Tangent 23.874m

Long Chord 71.332m

Spiral Length 71.423m

Spiral Angle 9.7435 (d)

Xs 71.217m

Ys 4.040m

p 1.011m

k 35.677m

k' 1.011m

***** Curve *****

CC N 4,828,265.2898 E 375,006.3497

PI N 4,828,484.021m E 374,957.188m

TAN 78.486m

Distance 147.038m Bearing N 214.0747

External Distance 14.187m

Middle Ordinate 13.290m

Radius 210.000m

DEG 124.9030 (d)

DELTA 40.9856 (d)

LENGTH 150.220m'

*****Spiral-Out *****

SI N 4,828,441.0905 E 374,891.4842

Long Tangent 21.353m

Short Tangent 10.679m

Long Chord 32.011m

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

PVI Station: 0+282.170 Elevation: 11.488m
 PVT Station: 0+395.549 Elevation: 8.622m
 High Point: 0+208.481 Elevation: 10.987m
 Grade in(%): 0.54% Grade out(%): -2.53%
 Change(%): 3.06% K: 74.000m
 Curve Length: 226.759m Curve Radius "7,400.000m"
 Passing Distance: 256.968m Stopping Distance: 256.968m
 Vertical Curve Information:(sag curve)
 PVC Station: 0+402.983 Elevation: 8.434m
 PVI Station: 0+434.941 Elevation: 7.626m
 PVT Station: 0+466.899 Elevation: 7.272m
 Low Point: 0+466.899 Elevation: 7.272m
 Grade in(%): -2.53% Grade out(%): -1.11%
 Change(%): 1.42% K: 45.000m
 Curve Length: 63.916m Curve Radius "4,500.000m"
 Headlight Distance:
 Vertical Curve Information:(sag curve)
 PVC Station: 0+639.840 Elevation: 5.357m
 PVI Station: 0+675.030 Elevation: 4.967m
 PVT Station: 0+710.220 Elevation: 5.073m
 Low Point: 0+695.220 Elevation: 5.050m
 Grade in(%): -1.11% Grade out(%): 0.30%
 Change(%): 1.41% K: 50.000m
 Curve Length: 70.380m Curve Radius "5,000.000m"
 Headlight Distance:
 Vertical Curve Information:(sag curve)
 PVC Station: 1+245.478 Elevation: 6.679m
 PVI Station: 1+340.000 Elevation: 6.962m
 PVT Station: 1+434.522 Elevation: 11.217m
 Low Point: 1+245.478 Elevation: 6.679m
 Grade in(%): 0.30% Grade out(%): 4.50%
 Change(%): 4.20% K: 45.000m
 Curve Length: 189.045m Curve Radius "4,500.000m"
 Headlight Distance: 168.146m
 Vertical Curve Information:(crest curve)
 PVC Station: 1+530.770 Elevation: 15.549m

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	Relazione tecnica sul progetto stradale	

PVI Station: 1+583.764 Elevation: 17.934m
 PVT Station: 1+636.758 Elevation: 19.658m
 High Point: 1+636.758 Elevation: 19.658m
 Grade in(%): 4.50% Grade out(%): 3.25%
 Change(%): 1.25% K: 85.000m
 Curve Length: 105.988m Curve Radius "8,500.000m"
 Passing Distance: 405.865m Stopping Distance: 405.865m
 Vertical Curve Information:(crest curve)
 PVC Station: 2+352.346 Elevation: 42.944m
 PVI Station: 2+377.318 Elevation: 43.757m
 PVT Station: 2+402.289 Elevation: 44.507m
 High Point: 2+402.289 Elevation: 44.507m
 Grade in(%): 3.25% Grade out(%): 3.00%
 Change(%): 0.25% K: 200.000m
 Curve Length: 49.943m Curve Radius "20,000.000m"
 Passing Distance: "1,786.980m" Stopping Distance: "1,786.980m"
 Vertical Curve Information:(crest curve)
 PVC Station: 3+341.173 Elevation: 72.715m
 PVI Station: 3+391.026 Elevation: 74.212m
 PVT Station: 3+440.880 Elevation: 74.053m
 High Point: 3+431.303 Elevation: 74.068m
 Grade in(%): 3.00% Grade out(%): -0.32%
 Change(%): 3.32% K: 30.000m
 Curve Length: 99.708m Curve Radius "3,000.000m"
 Passing Distance: 182.241m Stopping Distance: 182.241m

7.2 ASSE AP02 – VARIANTE FLAMINIA

7.2.1 Tabulato di tracciamento

Alignment Name: FLAMINIA

Station Range: Start: 0+000.000, End: 1+999.807

Description:

Begin FLAMINIA

N 4,829,255.5831 E 377,484.4089 0+000.000

S.S.16 "Adriatica"		
Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Line (1)

N 311.0393 17.569m

N 4,829,258.6143 E 377,467.1039 0+017.569

Line (1)

Curve Group (2)

*****Spiral-In *****

SI N 4,829,258.6143 E 377,467.1039

Long Tangent 16.669m

Short Tangent 8.336m

Long Chord 24.997m

Spiral Length 25.000m

Spiral Angle 3.1831 (d)

Xs 24.992m

Ys 0.463m

p 0.116m

k 12.499m

k' 0.116m

***** Curve *****

CC N 4,829,482.5105 E 377,493.6335

PI N 4,829,264.931m E 377,435.922m

TAN 6.823m

Distance 13.639m Bearing N 183.4941

External Distance 0.103m

Middle Ordinate 0.103m

Radius 225.000m

DEG 176.5263 (d)

DELTA 3.4737 (d)

LENGTH 13.641m'

*****Spiral-Out *****

SI N 4,829,266.8791 E 377,429.3831

Long Tangent 20.912m

Short Tangent 10.458m

Long Chord 31.353m

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Spiral Length	31.360m
Spiral Angle	3.9929 (d)
Xs	31.345m
Ys	0.728m
p	0.182m
k	15.677m
k'	0.182m

*****Spiral-In *****

SI	N 4,829,277.2181	E 377,399.7836
Long Tangent	16.334m	
Short Tangent	8.167m	
Long Chord	24.499m	
Spiral Length	24.500m	
Spiral Angle	1.5597 (d)	
Xs	24.498m	
Ys	0.222m	
p	0.056m	
k	12.250m	
k'	0.056m	

***** Curve *****

CC	N 4,828,860.2050	E 377,230.0775
PI	N 4,829,288.353m	E 377,368.857m
TAN	8.372m	
Distance	16.740m	Bearing N 180.0449
External Distance	0.078m	
Middle Ordinate	0.078m	
Radius	450.000m	
DEG	177.8684 (d)	
DELTA	2.1316 (d)	
LENGTH	16.741m'	

*****Spiral-Out *****

SI	N 4,829,290.7854	E 377,360.8466
Long Tangent	33.339m	

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Short Tangent	16.672m
Long Chord	49.993m
Spiral Length	50.000m
Spiral Angle	3.1831 (d)
Xs	49.985m
Ys	0.926m
p	0.231m
k	24.997m
k'	0.231m

Line (3)

N 315.2341 192.853m
 N 4,829,349.2418 E 377,125.1485 0+371.664

Line (3)

Curve (4)

BC N 4,829,349.2418 E 377,125.1485 0+371.664
 CTR N 4,824,248.8405 E 375,880.7985
 PI N 4,829,385.9833 E 376,974.5505

Direction Back N 315.2341

Radius 5,250.000m

Delta 3°22'57"(LT)

Length 309.940m

Tangent 155.015m

Chord Direction N 313.3549 Distance 309.895m

Direction Ahead N 311.4757

EC N 4,829,413.7753 E 376,822.0469 0+681.604

Curve (4)

Line (5)

N 311.4757 410.371m
 N 4,829,487.3488 E 376,418.3252 1+091.975

Line (5)

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Curve (6)

BC N 4,829,487.3488 E 376,418.3252 1+091.975
 CTR N 4,822,108.8705 E 375,073.6846
 PI N 4,829,492.3482 E 376,390.8921

Direction Back N 311.4757

Radius 7,500.000m

Delta 0°25'34"(LT)

Length 55.770m

Tangent 27.885m

Chord Direction N 311.2390 Distance 55.770m

Direction Ahead N 311.0023

EC N 4,829,497.1434 E 376,363.4225 1+147.745

Curve (6)

Line (7)

N 311.0023 390.103m

N 4,829,564.2275 E 375,979.1308 1+537.848

Line (7)

Curve (8)

BC N 4,829,564.2275 E 375,979.1308 1+537.848

CTR N 4,830,697.0960 E 376,176.8906

PI N 4,829,569.5044 E 375,948.9020

Direction Back N 311.0023

Radius 1,150.000m

Delta 3°03'25"(RT)

Length 61.357m

Tangent 30.686m

Chord Direction N 312.7006 Distance 61.350m

Direction Ahead N 314.3990

EC N 4,829,576.3859 E 375,918.9976 1+599.205

Curve (8)

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

Line (9)

N 314.3990 400.602m

N 4,829,666.2229 E 375,528.5985 1+999.807

Line (9)

N 4,829,666.2229 E 375,528.5985 1+999.807

End FLAMINIA

Alignment Length: 1,999.807m

7.2.2 Profilo longitudinale – dati

Vertical Alignment: FLAMINIA_QP

Description:

"Station Range: Start: 0+000.000, End: 1+840.000"

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station: 0+057.342 Elevation: 5.692m

PVI Station: 0+173.920 Elevation: 8.785m

PVT Station: 0+290.498 Elevation: 7.493m

High Point: 0+221.819 Elevation: 7.874m

Grade in(%): 2.65% Grade out(%): -1.11%

Change(%): 3.76% K: 62.000m

Curve Length: 233.156m Curve Radius "6,200.000m"

Passing Distance: 233.581m Stopping Distance: 233.581m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station: 0+510.281 Elevation: 5.059m

PVI Station: 0+541.955 Elevation: 4.708m

PVT Station: 0+573.629 Elevation: 4.803m

Low Point: 0+560.129 Elevation: 4.782m

Grade in(%): -1.11% Grade out(%): 0.30%

Change(%): 1.41% K: 45.000m

Curve Length: 63.348m Curve Radius "4,500.000m"

Headlight Distance:

Vertical Curve Information:(crest curve)

S.S.16 "Adriatica" Nuovo collegamento viario della S.S. 16 "Adriatica" con il Porto di Ancona Progetto Definitivo		
AN255	<i>Relazione tecnica sul progetto stradale</i>	

PVC Station: 1+018.639 Elevation: 6.138m
 PVI Station: 1+143.731 Elevation: 6.513m
 PVT Station: 1+268.823 Elevation: 5.636m
 High Point: 1+093.640 Elevation: 6.250m
 Grade in(%): 0.30% Grade out(%): -0.70%
 Change(%): 1.00% K: 250.000m
 Curve Length: 250.185m Curve Radius "25,000.000m"
 Passing Distance: 564.767m Stopping Distance: 564.767m
 Vertical Curve Information:(sag curve)
 PVC Station: 1+583.644 Elevation: 3.430m
 PVI Station: 1+621.171 Elevation: 3.167m
 PVT Station: 1+658.699 Elevation: 3.280m
 Low Point: 1+636.199 Elevation: 3.246m
 Grade in(%): -0.70% Grade out(%): 0.30%
 Change(%): 1.00% K: 75.000m
 Curve Length: 75.055m Curve Radius "7,500.000m"
 Headlight Distance:
 Vertical Curve Information:(crest curve)
 PVC Station: 1+667.930 Elevation: 3.308m
 PVI Station: 1+698.169 Elevation: 3.398m
 PVT Station: 1+728.409 Elevation: 3.306m
 High Point: 1+697.930 Elevation: 3.353m
 Grade in(%): 0.30% Grade out(%): -0.30%
 Change(%): 0.60% K: 100.000m
 Curve Length: 60.479m Curve Radius "10,000.000m"
 Passing Distance: 757.770m Stopping Distance: 757.770m
 Vertical Curve Information:(sag curve)
 PVC Station: 1+752.858 Elevation: 3.232m
 PVI Station: 1+769.504 Elevation: 3.181m
 PVT Station: 1+786.149 Elevation: 3.186m
 Low Point: 1+783.337 Elevation: 3.185m
 Grade in(%): -0.30% Grade out(%): 0.03%
 Change(%): 0.33% K: 100.000m
 Curve Length: 33.291m Curve Radius "10,000.000m"
 Headlight Distance: