

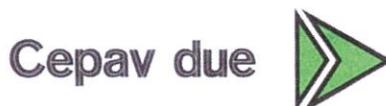
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

NV18 - SVINCOLO DI PESCHIERA - PK 134+856,000

Relazione tecnica generale

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due (Ing. F. Taranta) Il Direttore del Consorzio Consorzio Cepav due Data: 06 APR 2019	 Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	R O	N V 1 8 0 0	0 0 2	A

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A	EMISSIONE	Cavaliere	29/03/19	Piacentini	29/03/19	Liani	29/03/19	
B								
C								

CIG. 751447334A File: INOR11EE2RONV1800002A_01.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA S.r.l.

CUP: F81H91000000008

**INDICE**

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2.1	PONTI STRADALI	4
2.2	BARRIERE STRADALI	4
2.3	STRADE	4
2.4	PAVIMENTAZIONI STRADALI	5
3	RIFERIMENTI	6
4	OPERE D'ARTE PRINCIPALI	7
4.1	OPERE MINORI	7
5	ASPETTI GEOTECNICI	8
6	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRADA IN PROGETTO	9
6.1	VERIFICHE DEL TRACCIATO	10
6.1.1	<i>Verifica caratteristiche planimetriche e altimetriche</i>	<i>11</i>
6.2	VERIFICA DEL PARAMETRO A DELLE CURVE A RAGGIO VARIABILE	13
6.3	ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE	15
6.3.1	<i>Elementi dell'asse a curvatura costante</i>	<i>15</i>
6.3.2	<i>Elementi dell'asse a curvatura variabile</i>	<i>15</i>
6.3.3	<i>Verifica delle caratteristiche altimetriche</i>	<i>15</i>
6.3.4	<i>Distanza di visibilità</i>	<i>15</i>
7	PAVIMENTAZIONE STRADALE	16
7.1	VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE	17
7.1.1	<i>Calcolo del traffico massimo sopportabile</i>	<i>18</i>
7.1.2	<i>Traffico di progetto</i>	<i>20</i>
7.2	VERIFICA DI DETTAGLIO	24
8	BARRIERE STRADALI	27
9	CHIUSURE TEMPORANEE DELLE RAMPE DI SVINCOLO	28



1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il progetto esecutivo relativo allo svincolo autostradale di Peschiera in provincia di Verona nell'ambito delle sistemazioni che interferiscono con la realizzazione della linea ferroviaria Torino – Venezia, tratta Milano – Verona, Lotto funzionale Brescia-Verona.

Tale intervento consiste nell'adeguamento e riprofilatura altimetrica dei rami di svincolo in uscita e in entrata in A4, verso Milano o Venezia.

Considerando la conformazione plano-altimetrica del terreno e della linea dell'A.V. in progetto, la soluzione che è stata sviluppata per lo svincolo presenta due scatolari per lo scavalco delle rampe 1 e 3 ed un ponte per lo scavalco della rampa 2.

Le nuove geometrie delle rampe sono state definite in accordo con quanto previsto dal DM 19/04/2006, sia relativamente alle geometrie planimetriche che altimetriche.

Si è proceduto nel dimensionamento geometrico delle rampe facendo riferimento ai seguenti parametri di base:

- velocità di progetto delle rampe di svincolo: 50 km/h
- larghezza della sede pavimentata della carreggiata di svincolo monodirezionale in uscita da A4: 7,25m;
- larghezza della sede pavimentata della carreggiata di svincolo monodirezionale in entrata in A4: 8,00m;
- larghezza della sede pavimentata della carreggiata di svincolo bidirezionale a doppia corsia: 23,50m;
- larghezza della sede pavimentata della carreggiata di svincolo bidirezionale ad una corsia: 23,50m.

Il progetto comprende il rifacimento della segnaletica orizzontale e verticale, delle barriere di sicurezza e dell'impianto di illuminazione.

Comprende inoltre la definizione delle fasi di costruzione necessarie per potere procedere alla costruzione delle opere d'arte (SLC05, SLC06 e SLC07) della linea ferroviaria e delle nuove rampe dello svincolo mantenendo la piena funzionalità in sicurezza di tutte le rampe dello svincolo.

Il percorso che ha portato a tali scelte progettuali non ha tralasciato considerazione di impatto ambientale e di interesse del paesaggio circostante.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si elencano di seguito, a titolo indicativo e non esaustivo, alcune delle disposizioni di legge vigenti:

2.1 PONTI STRADALI

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 "Istruzione per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;

2.2 BARRIERE STRADALI

- D.m. 18 febbraio 1992, n. 223 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223
- Circolare 9 giugno 1995, n. 2595 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223.
- D.M. 15 ottobre 1996 (G.U. n. 283 del 3.12.96) – Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
- D. M. Min. LL. PP. del 3 giugno 1998 – Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione
- D. M. Min. LL. PP. del 11 giugno 1999 – Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante “Aggiornamenti delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza “
- D.M. 2 agosto 2001 (G.U. n. 301 del 29.12.01) – Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11 giugno 1999, inerente le barriere stradali di sicurezza
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 5-8-2004) – Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Aggiornamento delle 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
- D.M. 9 gennaio 1996; Circ. Min. 15 ottobre 1996 n. 4622 – istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza.

2.3 STRADE

- D.M. 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- D.M. 22 aprile 2004 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- D.M. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285– Nuovo codice della strada;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9 – disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell'articolo 1, comma 1, della L. 22 marzo 2001, n. 85.
- D.L. 20 giugno 2002 n. 121 – disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- L. 1 agosto 2002 n. 168 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 20 giugno 2002, n. 121, recante disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- D.L. 27 giugno 2003 n. 151 – modifiche ed integrazioni al codice della strada
- L. 1 agosto 2003 n. 214 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada
- D.M. 30 novembre 1999 n. 557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
- Bollettino CNR n. 150 – Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane
- D.M. 16 gennaio 1996; Circ. Min. 4 luglio 1996 n. 156 – azioni ambientali
- D.M. 16 gennaio 1996; Circ. Min. 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG. – istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO NV 180 0 002

Rev.
A

Foglio
5 di 28

2.4 PAVIMENTAZIONI STRADALI

- AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - BOLLETTINO UFFICIALE Norme Tecniche - anno XXIX n. 178 del 15 settembre 1995: "Catalogo delle pavimentazioni stradali".



3 RIFERIMENTI

Per la redazione della presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti elaborati:

IFCO – ELABORATI DI TRACCIAMENTO LINEA AV/AC

RELAZIONE TECNICA DEL TRACCIAMENTO
PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO LINEA AC DA KM 1.32+000.000 A KM 1.36+500.000 Tav. 7
PROFILO LONGITUDINALE DI TRACCIAMENTO LINEA AC DA KM 1.30+600.000 A KM 1.39+400.000 Tav. 4

INOR10EE2P0F0000001
INOR10EE2P5F0000007
INOR10EE2F5F0000004

NV18 – SVINCOLO DI PESCHIERA – PK 1.34+856.000

PRESCRIZIONI MATERIALI E NOTE GENERALI
PLANIMETRIA STATO DI FATTO
PLANIMETRIA DI PROGETTO. TAVOLA 1/4
PLANIMETRIA DI PROGETTO. TAVOLA 2/4
PLANIMETRIA DI PROGETTO. TAVOLA 3/4
PLANIMETRIA DI PROGETTO. TAVOLA 4/4
PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO. TAVOLA 1/2
PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO. TAVOLA 2/2
PROFILO LONGITUDINALE RAMPA 1, RAMPA 2 E RAMO PRINCIPALE
PROFILO LONGITUDINALE RAMPA 3
DIAGRAMMA DI VISUALE LIBERA E DI VELOCITÀ RAMPA 1, RAMPA 2 E RAMO PRINCIPALE
DIAGRAMMA DI VISUALE LIBERA E DI VELOCITÀ RAMPA 3
SEZIONI TIPO. TAVOLA 1/2
SEZIONI TIPO. TAVOLA 2/2
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 1. Tav. 1/6
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 1. Tav. 2/6
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 1. Tav. 3/6
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 1. Tav. 4/6
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 1. Tav. 5/6
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 1. Tav. 6/6
SEZIONI TRASVERSALI RAMO PRINCIPALE Tav. 1/3
SEZIONI TRASVERSALI RAMO PRINCIPALE Tav. 2/3
SEZIONI TRASVERSALI RAMO PRINCIPALE Tav. 3/3
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 2. Tav. 1/2
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 2. Tav. 2/2
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 1/10
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 2/10
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 3/10
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 4/10
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 5/10
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 6/10
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 7/10
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 8/10
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 9/10
SEZIONI TRASVERSALI RAMPA 3. Tav. 10/10
PLANIMETRIA SEGNALETICA E DETTAGLI. TAVOLA 1/3
PLANIMETRIA SEGNALETICA E DETTAGLI. TAVOLA 2/3
PLANIMETRIA SEGNALETICA E DETTAGLI. TAVOLA 3/3
SEGNALETICA MONOPALO. CARPENTERIA E ARMATURA
STRUTTURE DI SOSTEGNO SEGNALETICA. RELAZIONE DI CALCOLO
SEGNALETICA PORTALI. CARPENTERIA
SEGNALETICA PORTALI. ARMATURA
PLANIMETRIA BARRIERE DI SICUREZZA
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PLANIMETRIA IDRAULICA. TAVOLA 1/3
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PLANIMETRIA IDRAULICA. TAVOLA 2/3
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PLANIMETRIA IDRAULICA. TAVOLA 3/3
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. DETTAGLI. TAVOLA 1/2
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. DETTAGLI. TAVOLA 2/2
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. RELAZIONE ILLUMINOTECNICA E DI CALCOLO
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. PLANIMETRIA. TAVOLA 1/3
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. PLANIMETRIA. TAVOLA 2/3
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. PARTICOLARI COSTRUTTIVI
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. SCHEMI ELETTRICI
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI
TOMBINO CIRCOLARE RAMPA 1 N°15006. CARPENTERIA, ARMATURA E DATI DI TRACCIAMENTO
TOMBINO CIRCOLARE N°10002. CARPENTERIA, ARMATURA E DATI DI TRACCIAMENTO
TOMBINO SCATOLARE N°10001. CARPENTERIA, ARMATURA E DATI DI TRACCIAMENTO
BACINO DI LAMINAZIONE. PLANIMETRIA
BACINO DI LAMINAZIONE. PROFILO LONGITUDINALE E SEZIONI TIPO
BACINO DI LAMINAZIONE. SEZIONI TRASVERSALI
ALLUNGAMENTO SOTTOPASSO ALLA PK 1.35+756.745. RELAZIONE DI CALCOLO
ALLUNGAMENTO SOTTOPASSO ALLA PK 1.35+756.745. CARPENTERIA
ALLUNGAMENTO SOTTOPASSO ALLA PK 1.35+756.745. ARMATURA
FASI COSTRUTTIVE. PLANIMETRIA. Tav. 1/4
FASI COSTRUTTIVE. PLANIMETRIA. Tav. 2/4
FASI COSTRUTTIVE. PLANIMETRIA. Tav. 3/4
FASI COSTRUTTIVE. PLANIMETRIA. Tav. 4/4
RELAZIONE GEOTECNICA
PROFILO STRATIGRAFICO
RAMPA 1 – RELAZIONE DI CALCOLO MURI AD U – N50007
RAMPA 1 – RELAZIONE DI CALCOLO MURI AD L – N50007
RAMPA 1 – CARPENTERIE. PIANTE ELEVAZIONI E SEZIONI LONGITUDINALI MURI AD U E AD L
RAMPA 1 – CARPENTERIE. PIANTE FONDAZIONI MURI AD U E AD L
RAMPA 1 – CARPENTERIE. SEZIONI TRASVERSALI MURI AD U E AD L
RAMPA 1 – MURO DI CONTRORIPA. CARPENTERIA E ARMATURA – N50007
RAMPA 1 – ARMATURA MURI AD U IMBOCCO SUD – N50007
RAMPA 1 – ARMATURA MURI AD U IMBOCCO NORD – N50007
RAMPA 1 – ARMATURA MURI AD L. TAVOLA 1/2 – N50007
RAMPA 1 – ARMATURA MURI AD L. TAVOLA 2/2 – N50007
RAMPA 3 – RELAZIONE DI CALCOLO MURI AD L – N50010
MURI AD L ALLA PK 7.99 RAMPA 3 IN DESTRA. CARPENTERIA – N50010
MURI AD L ALLA PK 7.99 RAMPA 3 IN DESTRA. ARMATURA Tav. 1 DI 3
MURI AD L ALLA PK 7.99 RAMPA 3 IN DESTRA. ARMATURA Tav. 2 DI 3
MURI AD L ALLA PK 7.99 RAMPA 3 IN DESTRA. ARMATURA Tav. 3 DI 3
MURI AD L ALLA PK 305.86 RAMPA 3 IN DESTRA. CARPENTERIA ED ARMATURA – N50010
MURI AD L ALLA PK 743.54 RAMPA 3 IN DESTRA. CARPENTERIA Tav. 1 DI 2 – N50010
MURI AD L ALLA PK 743.54 RAMPA 3 IN DESTRA. CARPENTERIA Tav. 2 DI 2 – N50010
MURI AD L ALLA PK 743.54 RAMPA 3 IN DESTRA. ARMATURA Tav. 1 DI 5
MURI AD L ALLA PK 743.54 RAMPA 3 IN DESTRA. ARMATURA Tav. 2 DI 5
MURI AD L ALLA PK 743.54 RAMPA 3 IN DESTRA. ARMATURA Tav. 3 DI 5
MURI AD L ALLA PK 743.54 RAMPA 3 IN DESTRA. ARMATURA Tav. 4 DI 5
MURI AD L ALLA PK 743.54 RAMPA 3 IN DESTRA. ARMATURA Tav. 5 DI 5
MURI AD L ALLA PK 839.93 RAMPA 3 IN SINISTRA. CARPENTERIA ED ARMATURA – N50010
DETTAGLI COSTRUTTIVI ED ELEMENTI DI FINITURA

INOR11EE24TV1800001
INOR11EE2P7V1800001
INOR11EE2P8V1800001
INOR11EE2P8V1800002
INOR11EE2P8V1800003
INOR11EE2P8V1800004
INOR11EE2P7V1800002
INOR11EE2P7V1800003
INOR11EE2P7V1800001
INOR11EE2P7V1800001
INOR11EE2D7V1800001
INOR11EE2W2V1800001
INOR11EE2W2V1800002
INOR11EE2W9V1800001
INOR11EE2W9V1800002
INOR11EE2W9V1800003
INOR11EE2W9V1800004
INOR11EE2W9V1800005
INOR11EE2W9V1800006
INOR11EE2W9V1800001
INOR11EE2W9V1800002
INOR11EE2W9V1800003
INOR11EE2W9V1800001
INOR11EE2W9V1800002
INOR11EE2W9V1800003
INOR11EE2W9V1800004
INOR11EE2W9V1800005
INOR11EE2W9V1800006
INOR11EE2W9V1800007
INOR11EE2W9V1800008
INOR11EE2W9V1800009
INOR11EE2W9V1800010
INOR11EE2P2V1800001
INOR11EE2P2V1800002
INOR11EE2P8V1800004
INOR11EE2B2V1800001
INOR11EE2CLV1800001
INOR11EE2B2V1800003
INOR11EE2B2V1800004
INOR11EE2P7V1800001
INOR11EE2P7V1800001
INOR11EE2P8V1800001
INOR11EE2P8V1800002
INOR11EE2P8V1800003
INOR11EE2B2V1800002
INOR11EE2P8V1800001
INOR11EE2P8V1800001
INOR11EE2P8V1800002
INOR11EE2P8V1800003
INOR11EE2B2V1800002
INOR11EE2P8V1800001
INOR11EE2CLV1800001
INOR11EE2B2V1800001
INOR11EE2B2V1800001
INOR11EE2B2V1800005
INOR11EE2P7V1800001
INOR11EE2W9V1800001
INOR11EE2CLV1800001
INOR11EE2B2V1800001
INOR11EE2B2V1800001
INOR11EE2B2V1800004
INOR11EE2B2V1800005
INOR11EE2B2V1800006
INOR11EE2B2V1800007
INOR11EE2B2V1800008
INOR11EE2B2V1800009
INOR11EE2B2V1800010
INOR11EE2B2V1800002
INOR11EE2B2V1800003
INOR11EE2B2V1800004
INOR11EE2B2V1800005
INOR11EE2B2V1800006
INOR11EE2B2V1800007
INOR11EE2B2V1800008
INOR11EE2B2V1800009
INOR11EE2B2V1800010

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO NV 180 0 002

Rev.
A

Foglio
7 di 28

4 OPERE D'ARTE PRINCIPALI

Le opere d'arte principali previste nel progetto relativo allo svincolo autostradale Peschiera, in provincia di Verona, sono:

- Sottopasso SLC5 rampa 1;
- Sottopasso SLC6 rampa 2;
- Sottopasso SLC7 rampa 3.

Rimandiamo agli elaborati specifici per le caratteristiche geometriche e di calcolo dei manufatti.

4.1 OPERE MINORI

Per la completa realizzazione dell'infrastruttura sono previste opere minori quali tombini di attraversamento stradali, collettori di deflusso acque, cavidotti impiantistici e muri di sostegno.

I tombini di deflusso idrico sono stati progettati e verificati secondo i parametri idrologici dettati da ITALFERR.

Per i fossi di guardia è garantita la continuità dei sistemi di irrigazione oltre che la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoritiche dalla piattaforma.

Si rimanda alla relazione idraulica ed idrologica per le specifiche sulla geometria del manufatto e i dati di calcolo.

5 ASPETTI GEOTECNICI

L'opera in oggetto non presenta significative problematiche geotecniche legate alla realizzazione della struttura.

Le stratigrafie dei sondaggi e i risultati delle prove di classificazione di laboratorio mostrano una situazione stratigrafica alquanto complessa; nei terreni sono presenti mediamente in maniera significativa tutte le frazioni granulometriche (ghiaia, sabbia, limo e argilla). La frazione granulometrica predominante è comunque il limo nell'ordine del 40-50%, seguito da sabbia nell'ordine del 30%.

È difficile pertanto individuare una vera e propria stratigrafia e può risultare più opportuno classificare i terreni di fondazione come limi con sabbia argillosi debolmente ghiaiosi, alternati localmente a strati più sabbiosi e ghiaiosi.

Sulla base delle risultanze delle misure piezometriche più recenti e delle condizioni attuali, la falda si attesta ad una quota assoluta di +75.00 m s.l.m..

Si assume la stratigrafia di progetto riportata nella tabella seguente.

Tabella 1

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N_{SPT,medio} (colpi/30cm)
1	0.0	35.0	Alternanze con prevalenza di limi con sabbia argillosi debolmente ghiaiosi	30-50
Profondità della falda: 75.00 m s.l.m.				

È possibile attendersi la presenza di strati di terreno debolmente cementati, come riscontrato nei sondaggi S03-S04-S05-S06. Comunque ciò non esclude la possibilità di rinvenire tali strati cementati anche in altre zone non individuati esplicitamente dai sondaggi.

Per i dettagli sui parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle opere geotecniche si rimanda alla Relazione Geotecnica.



6 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRADA IN PROGETTO

La strada in progetto presenta caratteristiche geometriche delle rampe di intersezioni a livelli sfalsati secondo quanto previsto dal D.M. 19 aprile 2006 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”.

L'intervento in oggetto prevede la costruzione di due rampe monodirezionali e una bidirezionale; la rampa '1' è costituita da una corsia da 4,75 metri e con una banchina destra di 1,50 metri e una banchina sinistra di 1,00 metro, la sezione trasversale della rampa '2' bidirezionale a doppia corsia presenta due carreggiate ciascuna delle quali composta da due corsie da 4,00 metri, una banchina in destra di 1,50 metri ed una banchina in sinistra di 1,00m, con uno spartitraffico centrale di 2,50 metri; mentre la sezione trasversale della rampa '2' bidirezionale a singola corsia presenta due carreggiate ciascuna delle quali composta da una corsie da 4,00 metri, una banchina in destra di 1,25 metri ed una banchina in sinistra di 1,00m, con uno spartitraffico centrale di 2,50 metri; infine la rampa '3' è costituita da una corsia di 4,50 metri, una banchina sinistra di 1,00 metro e una banchina destra di 2,50 metri; tutte le banchine a interno curva vengono poi allargate, dove necessario, per garantire la visibilità per l'arresto così come previsto dalla normativa vigente.

I tracciati studiati per le tre rampe presentano un andamento plano-altimetrico regolare; la rampa '1' ha pendenza trasversale massima di progetto pari al 7%; planimetricamente, il percorso è composta da un rettilineo di lunghezza pari 122,11m, una clotoide di parametro A=170, un raccordo circolare di raggio 1500,00m, una clotoide di continuità con parametro A = 160, un rettilineo di 4,26m una clotoide di parametro A=72.73, un raccordo circolare di raggio 75,00m una clotoide di continuità con parametro A=59,22 e un rettilineo finale di 5,00m.

La rampa '2' ha una pendenza trasversale massima pari a 5,75%; planimetricamente, il percorso inizia con rettilineo di lunghezza pari 195,43m, prosegue con un raccordo circolare di raggio 103,00m raccordati da una clotoide pari avente parametro A pari a 75,00; si termina poi con un rettilineo di lunghezza 44,24m che si raccorda al tracciato esistente che rimane invariato.

Infine, gli elementi planimetrici di cui è composta la rampa '3' sono in successione:

Raccordo circolare Raggio=109,25 m;
 Clotoide di flesso A=108,24;
 Raccordo circolare Raggio=153,00 m;
 Clotoide A=95;
 Rettilineo Lunghezza=299,38 m;
 Clotoide A=150;
 Raccordo circolare Raggio=600,00 m;
 Clotoide A=150;
 Rettilineo Lunghezza=20,18 m;
 Clotoide A=150;
 Raccordo circolare Raggio=650 m;
 Clotoide A=150;
 Rettilineo Lunghezza=242,88 m.

Altimetricamente la rampa '3' presenta una pendenza trasversale massima pari a 5,54%.

La Rampa 1, quella in uscita nella direzione Verona dell'autostrada A4, è caratterizzata da una tipologia di uscita ad ago.

6.1 VERIFICHE DEL TRACCIATO

Le verifiche del tracciato sono state svolte, per l'analisi di congruenza delle caratteristiche di composizione planimetrica ed altimetrica dell'asse e dell'organizzazione delle sezioni trasversali tipo, secondo quanto previsto dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. del 19 aprile 2006).

Per la definizione della velocità di progetto si è fatto riferimento alla seguente tabella riportata nella normativa sopracitata:

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

Tabella 7 - Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

Per tutte e 3 le rampe di svincolo si è quindi ipotizzata una velocità di progetto pari a 50 km/h.

6.1.1 Verifica caratteristiche planimetriche e altimetriche

La verifica delle caratteristiche planimetriche e altimetriche si è fatto riferimento alla seguente tabella riportata nel DM 19/04/2006:

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

Tabella 8 - Caratteristiche planoaltimetriche delle rampe

Raggio minimo delle curve planimetriche.

Il valore del raggio minimo è stato definito facendo riferimento alla tabella 8 del DM 19/04/2006:

Per le 3 rampe i raggi minimo sono i seguenti:

- Rampa 1 Rmin = 75,00m
-
- Rampa 2 Rmin = 103,00m
-
- Rampa 3 Rmin = 109,25m

I raggi planimetrici risultano quindi verificati.

Rettilinei.

Per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che la lunghezza dei rettilinei sia contenuta entro:

$$L_r = 22xV_{pMax} = 1320m$$

Un rettilineo inoltre, per essere correttamente percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella tabella seguente.

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

Nel nostro progetto i rettilinei finali della rampa '1' e '3' costituiscono rispettivamente la corsia di decelerazione ed accelerazione in A4 e volendoli proporzionare alla velocità, in genere modesta, consentita dalle rampe, assumono considerevole lunghezza,

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO NV 180 0 002Rev.
AFoglio
12 di 28

superiore ai limiti consentiti dalla tabella soprascritta, mentre per tutti gli altri rettilinei risultano soddisfatti i criteri precedentemente esposti.

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, valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva, pari a:

$$L_{C,\min} = 2.5 \times V_p (m/s)$$

A tal fine possono essere di aiuto i valori riportati nella tabella seguente:

Velocità (km/h)	40	50	60	70	80
Sviluppo min (m)	27.8.	34.8	41.7	48.6	55.6

Nel nostro progetto, nelle curve da prendere in esame, la norma viene rispettata per tutte e tre le rampe, in particolare nella rampa '1' la curva '2' ha raggio pari a 75,00 m, sviluppo pari a 123,57, velocità di progetto pari a 50km/h e tempo di percorrenza pari a 8,89 s.

La pendenza trasversale della curva '2' è del 7.00%

Nella rampa '2' la curva '1' ha raggio pari a 103 m, sviluppo pari a 123,83, velocità di progetto pari a 50km/h e tempo di percorrenza pari a 8,92 s.

La pendenza trasversale della curva '1' è del 5,75%.

Nella rampa '3' la curva '1' ha raggio pari a 109,00 m, sviluppo pari a 38,85m, velocità di progetto pari a 50km/h e tempo di percorrenza pari a 2,79 s; dal punto di vista altimetrico la pendenza trasversale della curva è pari al 5,54%.

Inoltre, sono state eseguite le verifiche dinamiche del veicolo per le suddette curve con i dati indicati precedentemente, che ne verificano la corretta percorrenza.

Tra un rettilineo L_r ed il raggio più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettilineo stesso, deve essere rispettata la relazione:

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

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



6.2 VERIFICA DEL PARAMETRO A DELLE CURVE A RAGGIO VARIABILE

In tutti i casi in cui sono state inserite curve a raggio variabile sono state eseguite le seguenti verifiche (DM 05/11/2001):

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), per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

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

Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti assetti trasversali, che vanno raccordati longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione.

Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

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

dove:

B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;

Δi_{\max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

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

dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale, in valore assoluto

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

con i_{cf} = pendenza trasversale finale, in valore assoluto

Criterio 3 (Ottico)

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

$$A \geq R/3$$

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

$$A \leq R$$

Si riportano nella seguente tabella i dati relativi alle quantità adottate e quelle richieste per soddisfare le richieste della normativa; come si evince i criteri di progettazione rispondono ai requisiti richiesti:

Le verifiche condotte hanno dato tutte esito positivo con la sola esclusione della lunghezza dei rettifici iniziali e finali delle rampe e della curva di uscita (curva "1") da A4 della rampa 1 e delle curve in entrata ad A4 della rampa 3 (curve "3" e "4"); le geometrie previste risultano comunque certamente accettabili in quanto i rettifici iniziali e finali sono da considerare in continuità col tracciato autostradale mentre il leggero spostamento planimetrico che risulta necessario introdurre per riportare la rampa 1 e 3 in adiacenza all'autostrada A4 non consente di soddisfare pienamente ai dettami della normativa.

Si ribadisce comunque che la normativa che definisce tali vincoli geometrici è propria dei tracciati principali mentre costituisce solamente un riferimento per la corretta progettazione quando trattasi di intersezioni stradali e non risulta quindi cogente relativamente alle rampe dello svincolo in oggetto.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO NV 180 0 002

Rev.
A

Foglio
14 di 28

Nel caso in esame risultano quindi i seguenti limiti del parametro A:

Rampa 1

R = 75m

Amin = $75,00 / 3 = 25,00$ < 59,22

Amax = 75,00 > 72,73

Rampa 2

R = 103,00m

Amin = $103,00 / 3 = 34,33$ < 75,00

Amax = 103,00 > 75,00

Rampa 3

R = 109,25m

Amin = $109,25 / 3 = 36,42$ < 108,24

Amax = 109,25 > 108,24

R = 153,00m

Amin = $153,00 / 3 = 51,00$ < 108,24

Amax = 153,00 > 108,24

6.3 ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE

L'andamento planimetrico dell'asse, costruito secondo i criteri esposti nel paragrafo precedente, è riportato sulle planimetrie di progetto ove in corrispondenza dei punti notevoli sono riportati, oltre alla progressiva, i dati relativi agli elementi geometrici (raggi, clotoidi, rettilinei).

6.3.1 Elementi dell'asse a curvatura costante

Questi elementi sono costituiti da rettilinei e archi circolari; il loro dimensionamento è stato dettato dai criteri esposti nei punti precedenti in accordo alle norme di riferimento citate.

6.3.2 Elementi dell'asse a curvatura variabile

Questi elementi sono costituiti dalle clotoidi, rappresentabili da un'espressione parametrica del tipo: $rs = A^2$ (caso particolare di una famiglia di curve parametriche di espressione $rs^n = A^{(n+1)}$ dove n = parametro di forma e A = parametro geometrico). Il loro dimensionamento avviene imponendo al parametro geometrico dei valori che non siano inferiori ai valori limiti indicati precedentemente.

Questi valori, come già detto, sono la conseguenza del rispetto di vincoli dinamici e geometrici tradotti in termini di parametro geometrico.

6.3.3 Verifica delle caratteristiche altimetriche

Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle rampe di svincolo, consentita dal D.M. 19/04/2006 (tabella 8 riportata al paragrafo 6.1.1). La pendenza massima adottata nel nostro caso è stata del 4,740% in discesa e del 5,000% in salita.

Raccordi verticali

Si riportano di seguito i raggi verticali nelle varie rampe ed i limiti imposti dalla normativa.

Rampa 1

Raggio minimo concavo: 750,00m \geq 750,00m
Raggio minimo convesso: 1500,00m \geq 1500,00m

Rampa 2

Raggio minimo concavo: 1500,00m \geq 750,00m
Raggio minimo convesso: 1500,00m \geq 1500,00m

Rampa 3

Raggio minimo concavo: 1500,00m \geq 750,00m
Raggio minimo convesso: 3000,00m \geq 1500,00m

6.3.4 Distanza di visibilità

La distanza di visibilità per l'arresto è stata calcolata in base al grafico riportato nella figura 5.1.2.c del D.M. 05.11.2001, rispettando gli allargamenti in curva richiesti dalla normativa, sia il franco di visibilità, soprattutto per quanto riguarda il posizionamento delle barriere di sicurezza laterali.

Il franco F di visibilità necessario si ricava dalla relazione seguente:

$$F = R \left(1 - \cos \frac{D}{2R} \right)$$

7 PAVIMENTAZIONE STRADALE

La composizione del pacchetto stradale delle rampe, secondo quanto riportato anche nelle sezioni tipo allegate al presente progetto.

Per i tratti separati dall'asse principale autostradale si prevede di utilizzare la pavimentazione seguente:

Strato	Spessore
Manto di usura in conglomerato bituminoso chiuso	cm 5
Strato di binder in conglomerato bituminoso semiaperto	cm 7
Strato di base in misto bitumato in conglomerato bituminoso aperto	cm 15
Strato in misto cementato	cm 20
Strato di fondazione in miscela di inerti stabilizzati per granulometria	cm 25
Spessore totale	cm 72

Per i tratti in affiancamento all'asse principale autostradale si prevede di utilizzare la pavimentazione seguente:

Strato	Spessore
Manto di usura in conglomerato bituminoso drenante	cm 4
Strato di binder in conglomerato bituminoso semiaperto	cm 6
Strato di base in misto bitumato in conglomerato bituminoso aperto	cm 25
Strato in misto cementato	cm 30
Strato di fondazione in miscela di inerti stabilizzati per granulometria	cm 20
Spessore totale	cm 85

Sono infine presenti strade secondarie con pavimentazione in misto stabilizzato per le quali si prevede una pavimentazione in misto granulare stabilizzato di spessore cm 25.

7.1 VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE

Nel presente paragrafo vengono riportati i criteri di verifica adottati per la sovrastruttura stradale in progetto in accordo al metodo proposto in “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures”. Per i parametri si fa riferimento alle indicazioni riportate sulla CNR “Catalogo delle pavimentazioni stradali”.

Tale metodo empirico permette di calcolare, tramite alcune relazioni, che tengono conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la sovrastruttura, il numero di passaggi di assi standard del peso di 8,2 ton. che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento cioè il valore di PSI finale (PSI = Present Serviceability Index), un livello di funzionalità inaccettabile, in relazione all’affidabilità richiesta.

Questi assi devono essere confrontati con il traffico commerciale che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

Relativamente ai dati di traffico si considerano valori cautelativi rappresentativi non solo della situazione attuale ma anche delle prevedibili situazioni future.

Poiché il traffico commerciale transitante si differenzia per il numero di assi, per il carico degli assi e per la tipologia, è necessario determinare il numero di assi standard equivalenti, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno, alla pavimentazione, degli assi dei veicoli realmente transitanti.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard.

Anche questi coefficienti sono funzione di alcuni parametri, come le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione, portanza del sottofondo.

Noti questi coefficienti, si calcola quello medio, che è funzione della composizione del traffico sulla strada in esame.

Infine per determinare il numero di assi equivalenti che transiteranno sulla corsia più carica basta moltiplicare il coefficiente di equivalenza medio per il numero di veicoli commerciali che si stima transiteranno durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

La verifica consiste nel controllare che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della pavimentazione.

L'obiettivo che ci si prefigge nella progettazione delle sovrastrutture è quello di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità per un prefissato lasso di tempo.

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.

Poiché, inoltre, le caratteristiche dei materiali utilizzati non si mantengono costanti nel tempo, i carichi sono dispersi per posizione ed entità, ed infine il fenomeno stesso della rottura per fatica risulta essere un fenomeno aleatorio, l'obiettivo deve essere definito in termini probabilistici. Nel progetto delle pavimentazioni, l'obiettivo si sostanzia, quindi, attraverso la definizione di tre elementi:

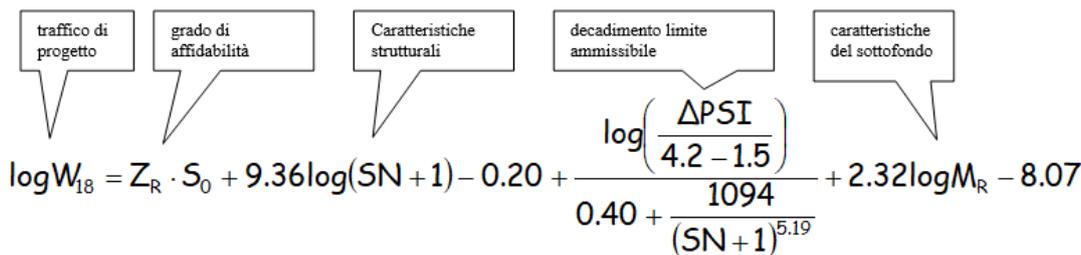
- La vita utile, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite, per il progetto in esame è stata posta pari a 20 anni;
- Lo stato limite, cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario comunque intervenire, per il metodo empirico il parametro di riferimento è il PSI;
- 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, per il progetto in esame è stata posta pari al 90%.

7.1.1 Calcolo del traffico massimo sopportabile

Il traffico di progetto W_{18} , inteso come il numero di passaggi di assi singoli equivalenti da 8.2 t sopportabile, tiene conto dei seguenti aspetti:

1. grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento
2. decadimento limite ammissibile della sovrastruttura
3. caratteristiche degli strati (Numero di struttura SN)

secondo la seguente relazione:



$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

con

- Z_R è il valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità $R=90\%$ (probabilità che il numero di ripetizioni di carico $N_t(\max)$ che portano il valore $PSI = PSI_{fin}$ sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni N_t realmente applicate alla sovrastruttura); assume un valore pari a $-1,282$;

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

Da CNR "Catalogo delle pavimentazioni stradali"

- S_0 è la deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione; per le pavimentazioni flessibili, assume un valore compreso tra 0,40 e 0,50 quando si tiene conto dell'errore che si commette sia sul traffico sia sulla prestazione prevista per una data pavimentazione; è stato scelto un valore pari a 0,45;
- Il grado di efficienza della pavimentazione, noto anche come PSI (Present Serviceability Index), esprime la misura della idoneità di questa ad assicurare la sicurezza della circolazione e le condizioni di confort per gli utenti ed assume valori numerici compresi tra 0 (strada in pessime condizioni) e 5 (strada in ottime condizioni). Il grado di efficienza ritenuto generalmente accettabile, per le strade in oggetto, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione è $PSI_{fin} = 2.5$ per le strade di categoria C e pari a 2 per le strade di categoria F. Mentre viene assunto un valore di $PSI_{iniz} = 4$ poiché si tiene conto delle inevitabili imperfezioni costruttive.

Tipo di strada	Affidabilità (%)	PSI
1) Autostrade extraurbane	90	3
2) " urbane	95	3
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	90	2.5
4) Strade extraurbane secondarie - ordinarie	85	2.5
5) " " " -turistiche	80	2.5
6) Strade urbane di scorrimento	95	2.5
7) " " di quartiere e locali	90	2
8) Corsie preferenziali	95	2.5

Da CNR "Catalogo delle pavimentazioni stradali"

- La viabilità in progetto è in rilevato e quindi la portanza del sottofondo deve essere coerente con le prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, ovvero sul piano di posa della pavimentazione si deve verificare che il modulo di deformazione (M_d), misurato per mezzo della prova di carico su piastra (piastra da 30 cm, primo ciclo di carico), sia maggiore o uguale a 50 MPa, che, in genere, corrisponde ad un terreno di elevata capacità portante schematizzabile con un modulo resiliente (M_r) di circa 100 Mpa, comunque dal lato della sicurezza, si assume un valore medio pari a 90 MPa (12611.63 psi) con riferimento alle indicazioni fornite dalla CNR "Catalogo delle pavimentazioni stradali"

$M_r = 150 \text{ N/mm}^2$ (*)
$M_r = 90 \text{ N/mm}^2$ (**)
$M_r = 30 \text{ N/mm}^2$ (***)

(*) CBR = 15% , K = 100 KPa/mm

(**) CBR = 9% , K = 60 KPa/mm

(***) CBR = 3% , K = 20 KPa/mm

Da CNR "Catalogo delle pavimentazioni stradali"

- SN è lo structural number; nel metodo ad ogni strato (di spessore H_i espresso in pollici) viene assegnato un coefficiente di struttura che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva della pavimentazione. Un ulteriore fattore viene introdotto per considerare gli effetti del drenaggio. Il contributo di ogni singolo strato alla prestazione complessiva della pavimentazione è dato dal prodotto dei 2 coefficienti a_i e d_i per il suo spessore H_i come segue:

$$SN_i = a_i H_i d_i$$

SN_i = numero di struttura dell' i -esimo strato [inch];

a_i = coefficiente di strato dell' i -esimo strato [adimensionale];

H_i = spessore dell' i -esimo strato [inch].

d_i = coefficiente di drenaggio dell' i -esimo strato.

Inoltre, si tiene conto del contributo dato dal sottofondo SNSG (structural number of subgrade) attraverso la sua capacità portante CBR come segue:

$$SNSG = 3.51 \log_{10} CBR - 0.85 (\log_{10} CBR)^2 - 1.43 \quad \text{per } CBR \geq 3$$

$$SNSG = 0 \quad \text{per } CBR < 3$$

con

CBR = indice di portanza (California Bearing Ratio) [%] = $MR[\text{MPa}]/10$

Pertanto SN viene così calcolato:

$$SN = \sum_{i=1}^{n_{\text{strati}}} a_i H_i d_i + SNSG \quad [\text{Inch}]$$

$$SN = \sum_{i=1}^{n_{\text{strati}}} a_i d_i \frac{H_i}{25.4} + SNSG = 0.03938 \sum_{i=1}^{n_{\text{strati}}} a_i d_i H_i + SNSG \quad [\text{mm}]$$

Come già anticipato, i materiali che costituiscono il sottofondo delle sovrastrutture stradali sono sempre i materiali costituenti i rilevati stradali di progetto. Lo spessore dei rilevati stradali è sempre tale da rendere ininfluenti sul dimensionamento delle sovrastrutture stradali le caratteristiche dei terreni in sito.

7.1.2 Traffico di progetto

Relativamente il traffico di progetto è stato assunto un flusso di traffico giornaliero medio TGM pari a 40'000 mezzi che risulta essere un valore largamente cautelativo non solo della situazione attuale ma anche delle prevedibili situazioni future.

Il calcolo del traffico agente viene condotto a partire dal traffico giornaliero medio, che transita o si presume transiterà nell'infrastruttura nel primo anno di vita utile.

Questo valore dovrà essere corretto considerando i seguenti fattori:

- L'evoluzione del traffico nel corso degli anni (r). È alquanto difficile poter prevederne l'esatta evoluzione, in genere si assiste a tassi di crescita maggiori nei primi anni di vita che poi si riducono nel tempo. In mancanza di dati più precisi si può assumere un tasso compreso tra il 2%÷3% nel primo periodo di vita utile, 1 ÷ 2% nel medio periodo di vita utile e 1% nell'ultima parte;
- La distribuzione del traffico per senso di marcia (pd). In genere si può assumere che il TGM si suddivida equamente nelle due direzioni. In particolari situazioni, legate a fenomeni di pendolarismo si può verificare una diversa suddivisione (70% in un senso, 30% nell'altro), in questo caso si assume il 50%;
- La percentuale di veicoli commerciali (p). Questa varia da valori nulli se il transito è interdetto a questa categoria di mezzi, fino ad assumere valori del 30 ÷ 40%. Valori medi sono compresi intorno tra 10 ÷ 15%; per le viabilità in oggetto viene adottato una percentuale sul TGM pari al 25% largamente cautelativa;
- Percentuale di traffico commerciale che transita nella corsia lenta (pl). Non tutti i veicoli commerciali transitano nella corsia lenta; parte di questi, soprattutto quelli con minor carico, raggiungono velocità tali da impegnare anche le altre corsie. Nel caso in oggetto, essendo un rampa di svincolo la percentuale di traffico commerciale che stransita sulla corsia in oggetto è pari al 100%;
- La dispersione delle traiettorie (d). La traiettoria seguita dalle ruote, come già accennato, non è sempre la stessa, ma si disperde nell'intorno di un valore medio. Si tiene conto di ciò riducendo (in genere) del 20%, il TGM;
- La distribuzione dei carichi del traffico commerciale. I veicoli che lo compongono non hanno gli stessi carichi per asse determinando livelli di sollecitazione differenti. Per omogeneizzare i risultati si ricorre al concetto di asse equivalente che la progressione del danno prodotto varia in modo esponenziale con il carico stesso:

- o Yoder ha proposto l'espressione

$$C_{eq} = 2^{0.78(x-y)}$$

dove x è il peso dell'asse in esame ed y il peso dell'asse equivalente standard.

- Ricerche più recenti mostrano il seguente legame:

$$C_{eq} = (x/y)^4$$

La dipendenza dalla 4a potenza è stata studiata con riferimento all'asse standard da $y=80$ kN ed è riconosciuta valida internazionalmente.

- Il numero medio degli assi di un generico veicolo commerciale. Questo è compreso tra 2 e 5. Se si tiene conto della distribuzione delle differenti classi di veicoli commerciali, si può assumere un valore compreso tra 2.25 e 2.7.

Il numero N di assi cumulati alla fine della vita utile potrà determinarsi moltiplicando il TGM per i parametri suddetti:

$$N = 365 \cdot TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Il numero di assi che transitano in un giorno dell'ultimo anno della vita utile sarà:

$$N_g = TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot (1+r)^n$$

La valutazione del traffico cumulato può essere condotta noto lo spettro di traffico.

Per la composizione del traffico previsto su ciascun tipo di strada sono stati assunti degli spettri tipici di veicoli commerciali, come segue.

Tipo di veicolo	N° di assi	Distribuzione dei carichi per asse in KN							
Autocarri leggeri	2	↓10			↓20				
Autocarri leggeri	2	↓15			↓30				
Autocarri medi e pesanti	2	↓40			↓80				
Autocarri medi e pesanti	2	↓50			↓110				
Autocarri pesanti	3	↓40			↓80	↓80			
Autocarri pesanti	3	↓60			↓100	↓100			
Autotreni e autoarticolati	4	↓40			↓90		↓80		↓80
Autotreni e autoarticolati	4	↓60			↓100		↓100		↓100
Autotreni a autoarticolati	5	↓40	↓80	↓80				↓80	↓80
Autotreni e autoarticolati	5	↓60	↓90	↓90				↓100	↓100
Autotreni e autoarticolati	5	↓40	↓100				↓80	↓80	↓80
Autotreni e autoarticolati	5	↓60	↓110				↓90	↓90	↓90
Mezzi d'opera	5	↓50	↓120				↓130	↓130	↓130
Autobus	2	↓40			↓80				
Autobus	2	↓60			↓100				
Autobus	2	↓50			↓80				

CNR B.U. 178/95 "Catalogo delle Pavimentazioni stradali" – tipi di veicoli organizzati ai fini della progettazione stradale di pavimentazioni

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. autostrade extraurbane	12	-	24,4	14,6	2,4	12,2	2,4	4,9	2,4	4,9	2,4	4,9	0,1	-	-	12,2
2. autostrade urbane	18,2	18,2	16,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	18,2	27,3	-
3. strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico	-	13,1	39,5	10,5	7,9	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	0,5	-	-	10,5
4. strade extraurbane secondarie ordinarie	-	-	58,8	29,4	-	5,9	-	2,8	-	-	-	-	0,2	-	-	2,9
5. strade secondarie turistiche	24,5	-	40,8	16,3	-	4,15	-	2	-	-	-	-	0,05	-	-	12,2
6. strade urbane di scorrimento	18,2	18,2	16,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	18,2	27,3	-
7. strade di quartiere e locali	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
8. corsie preferenziali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	53	-

Da CNR B.U. 178/95 "Catalogo delle Pavimentazioni stradali" – spettri di traffico

Nella prima tabella si riportano i tipi di veicoli ed i loro carichi per asse mentre nella seconda tabella è indicata la loro frequenza percentuale sul totale dei veicoli commerciale per ogni categoria di strada,

Le rampe sono interessate da un flusso di traffico minore rispetto a quello autostradale. Mentre lo spettro di traffico, cioè la frequenza del passaggio su strada di ogni tipo di veicolo commerciale, può essere assunto uguale a quello caratteristico delle autostrade extraurbane.

Noto il numero di veicoli commerciali transitanti sulla corsia più lenta, alla fine della vita utile, per calcolare il numero di assi standard equivalenti, si è fatto ricorso ai coefficienti di equivalenza e allo spettro di traffico suggerito dal catalogo delle pavimentazioni.

7.2 VERIFICA DI DETTAGLIO

TGM =	40'000
Numero giorni commerciali per settimana (gg) =	5
Numero settimane commerciali per anno (n.sett.) =	52
Aliquota di traffico per direzione più carica (pd) =	0.5
Percentuale veicoli commerciali (p) =	0.25
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl) =	1
Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d) =	1
Numero medio di assi per veicolo commerciale (na) =	2.5
Tasso crescita traffico durante la vita utile r =	0.03
Vita utile in anni (n) =	20

Spettro traffico (distribuzione delle 16 categorie dei veicoli considerati dal Catalogo Italiano delle pavimentazioni per strada in oggetto)

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Peso assi (ton)														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	12.00%	Numero di assi distribuiti per peso	1	1													
2	0.00%			1	1												
3	24.40%					1				1							
4	14.60%						1						1				
5	2.40%					1				2							
6	12.20%							1				2					
7	2.40%					1				2	1						
8	4.90%							1				3					
9	2.40%					1				4							
10	4.90%							1				2	2				
11	2.40%					1				3		1					
12	4.90%							1			3		1				
13	0.10%						1								1	3	
14	0.00%					1				1							
15	0.00%								1				1				
16	12.20%						1			1							

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO NV 180 0 002Rev.
AFoglio
25 di 28

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Frequenze parziali degli assi															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1	12.00%	Frequenza degli assi distribuiti per peso	12.0%	12.0%														
2	0.00%																	
3	24.40%					24.4%					24.4%							
4	14.60%						14.6%							14.6%				
5	2.40%					2.4%					4.8%							
6	12.20%								12.2%				24.4%					
7	2.40%					2.4%					4.8%	2.4%						
8	4.90%								4.9%				14.7%					
9	2.40%					2.4%					9.6%							
10	4.90%								4.9%			9.8%	9.8%					
11	2.40%					2.4%					7.2%		2.4%					
12	4.90%								4.9%			14.7%		4.9%				
13	0.10%							0.1%									0.1%	0.3%
14	0.00%																	
15	0.00%																	
16	12.20%							12.2%			12.2%							
			12.0%	12.0%		34.0%	26.9%	26.9%		63.0%	26.9%	51.3%	19.5%	0.1%	0.3%			

Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4^ potenza	Transiti da 8 t
1	12.0%	0.00024	0.00%
2	12.0%	0.00391	0.05%
3	0.0%	0.01978	0.00%
4	34.0%	0.06250	2.13%
5	0.0%	0.15259	0.00%
6	26.9%	0.31641	8.51%
7	0.0%	0.58618	0.00%
8	63.0%	1.00000	63.00%
9	26.9%	1.60181	43.09%
10	51.3%	2.44141	125.24%
11	19.5%	3.57446	69.70%
12	0.1%	5.06250	0.51%
13	0.3%	6.97290	2.09%
TOTALE	246.0%	TOTALE	314.32%

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO NV 180 0 002Rev.
AFoglio
26 di 28

Il passaggio di 100 veicoli commerciali determina il transito di 246.0 assi di differente peso, che corrispondono al passaggio di 314.3 assi equivalenti da 8 t.

Numero transiti totali $W_{18} = 109'796'307$ Assi da 8 t

STRATI	Spessore s_i (mm)	Coefficiente drenaggio (d_i)	Coefficiente spessore (a_i)	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	M_R (psi)
Sottofondo					7.00	9809.04
Fondazione	250	1	0.11	27.50		
Base cementata	200	1	0.22	44.00		
Base bitumata	150	1	0.18	27.00		
Collegamento	70	1	0.38	26.60		
Usura	50	1	0.43	21.50		
				146.60		

SNSG =

0.929232028

SN = SNSG+0,0394 $\sum s_i \cdot d_i \cdot a_i$ =**6.705272028**Log₁₀W₁₈ = **8.116638**

Pari ad un transito ammissibile W_{18} :
a fronte di un transito complessivo di

130'809'251	assi da 8t	
109'796'307	assi da 8t	VERIFICATO

La verifica della pavimentazione stradale è soddisfatta.

8 BARRIERE STRADALI

La scelta delle barriere avviene tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico che interesserà l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi, della presenza dei mezzi che lo compongono e distinto nei tre tipi seguenti:

Traffico tipo I: quando $TGM \leq 1000$ con qualsiasi percentuale di veicoli merci o quando $TGM \geq 1000$ con la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN in quantità non superiore al 5% del totale;

Traffico tipo II: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia compresa tra il 5% ed il 15% del totale.

Traffico tipo III: quando, con $TGM \geq 1000$, la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia maggiore del 15% del totale. Per TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi di marcia.

La seguente tabella A riporta, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera, le classi minime da impiegare. Si fa riferimento alla classificazione prevista dal DL

30/04/1992, n. 285 (Nuovo Codice della Strada) e successive modificazioni, per definire la tipologia di strada di progetto.

All'art. 2 del nuovo Codice della Strada è indicato:

Strada Extraurbana Secondaria: "strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine".

TIPO DI STRADE	TRAFFICO	DESTINAZIONE		
		a	b	c
		spartitraffico (*)	bordo laterale	bordo ponte
Autostrade (A) Strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H4
Strade extraurbane secondarie (C) Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) Strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(*) ove esistente

Tabella B: Relazioni "traffico – classe della barriera"

In definitiva, per l'intervento in progetto sono state previste delle barriere di sicurezza di tipologia adeguata alle autostrade (A), in presenza di traffico di tipo III, secondo lo schema riportato nelle sezioni tipo facenti parte del presente progetto. In generale sulle rampe di svincolo sono previste barriere di classe H3 su rilevato.

Per la viabilità secondaria di accesso all'impianto di trattamento è stato previsto l'utilizzo di barriere di classe H2 su rilevato lato bacino di laminazione.

Si rimanda agli elaborati grafici per i dettagli sull'ubicazione delle barriere di sicurezza.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO NV 180 0 002

Rev.
A

Foglio
28 di 28

9 CHIUSURE TEMPORANEE DELLE RAMPE DI SVINCOLO

Per tutta la durata dei lavori si prevede il mantenimento di tutte le direttrici di traffico dello svincolo sia pure considerando situazioni transitorie tra le rampe esistenti e quelle in progetto.

Si rendono solo necessarie alcune chiusure temporanee delle varie rampe al fine di garantire il corretto collegamento fra le nuove carreggiate e quelle in essere.

Tali chiusure saranno comunque di durata limitata a poche ore da individuare in periodi notturni in cui il traffico risulta essere molto limitato.