

Lavori di realizzazione di una rotatoria in corrispondenza dell'intersezione a raso con SP 74 al km 75+000 della SS 14

PROGETTO DEFINITIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS

PROGETTISTA PRINCIPALE
Ing. Antonino Gallo

ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE



Corso Porta Nuova, 99 - 37122 Verona - www.aseec.it

DIRETTORE TECNICO: *Ing. Walter Cosentino*



VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO
Dott. Ing. Umberto Vassallo

CSP



Corso Porta Nuova, 99 - 37122 Verona - www.aseec.it

DIRETTORE TECNICO: *Ing. Walter Cosentino*



Relazione Generale

CODICE PPM		NOME FILE		REVISIONE	
		T00EG00GENRE01A_RELAZIONE GENERALE.DOC			
NEMSVE00445		CODICE ELAB. T00EG00GENRE01		A	
D					
C					
B					
A					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
2.	ANALISI DELL'INTERVENTO.....	5
2.1	Geometrie e Verifiche	9
2.1.1	Distanze di Visibilità per l'arresto	9
2.1.2	Distanze di Visibilità.....	10
2.1.3	Criterio delle fasce di rispetto	11
3.	PACCHETTO STRADALE	13
4.	BARRIERE DI SICUREZZA	14
4.1	Zone di Transizione.....	18
4.2	Terminali.....	20
5.	PROGETTAZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA	21
5.1	Premessa	21
5.2	Dati di input	22
5.3	Traffico di progetto.....	23
5.4	Calcolo degli Esal's.....	24
5.5	Portanza del sottofondo.....	25
5.6	Spessore strati	25

1. PREMESSA

La presente relazione illustra le caratteristiche tecniche delle opere stradali inerenti la progettazione definitiva per l'adeguamento e la messa in sicurezza della intersezione tra la S.S.14 "Via A. Venudo" e la S.P. 74 "Via A. Moro", con la realizzazione di una rotatoria a tre bracci, opere ricadenti interamente nel territorio del Comune di San Michele al Tagliamento, in provincia di Venezia.



Figura 1 – Individuazione dell'area oggetto di intervento

La base cartografica utilizzata nella progettazione plano-altimetrica degli assi viari è costituita dalla Carta Tecnica Regionale aggiornata, per quanto riguarda le nuove edificazioni ed infrastrutture, mediante il confronto con foto aeree recenti dell'area d'intervento.

Si è provveduto ad un sistematico rilevamento topografico di una ampia fascia interessata dal tracciato che ha consentito di integrare le conoscenze cartografiche con informazioni puntuali ed aggiornate.

Per la progettazione delle intersezioni stradali si è fatto riferimento al D.M. 19 aprile 2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Per gli interventi sui tratti stradali esistenti si è fatto riferimento alle "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" (bozza al 25.04.2005) Si fa inoltre riferimento al D.lgs. 30 aprile 1992 n.285 – Nuovo Codice della Strada e al D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Considerata la tipologia di strada, la velocità di progetto assunta per il dimensionamento della piattaforma stradale e per le verifiche funzionali è pari a 35 km/h.

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le valutazioni progettuali sono state eseguite nel rispetto delle Normative vigenti con particolare riferimento a Leggi, Decreti, Circolari ed Istruzioni di seguito riportate:

- D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 21.06.2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale" (G.U. 05.08.2004, n. 182);
- Direttiva del 25 agosto 2004 (G.U. n. 209 del 09.09.04) sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
- DECRETO 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" (bozza al 25.04.2005)
- Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane - Bollettino Ufficiale del CNR (n. 150 del 1992);
- Codice della Strada e Regolamento di attuazione ed esecuzione (D.L. 30 Aprile 1992, n. 285; Testo aggiornato con la legge n. 41 del 23 Marzo 2016);
- D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 (G.U. 11 febbraio 2019 n. 35) - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

Sicurezza stradale

- D.M. LL.PP. 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".
- Circolare Ente Nazionale per le Strade Prot. n. 6477 del 27/05/1998;
- Circolare Ente Nazionale per le Strade Prot. n. 17600 del 05/12/1997;
- D.M. LL.PP. 15/10/1996 (Aggiornamento del D.M. LL.PP. 18/02/1992 n. 223);
- Circolare LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996 "Barriere di sicurezza";

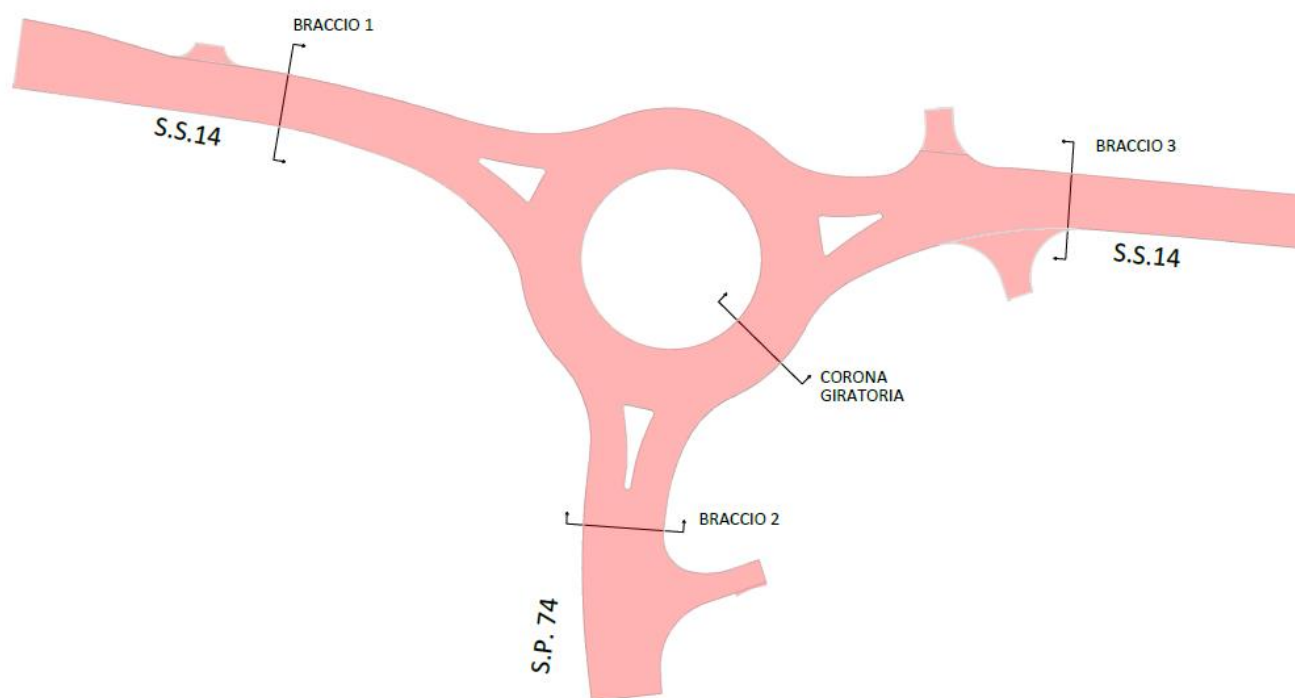
- D.M. LL.PP. del 15/10/1996 “Barriere di sicurezza”;
- Circolare LL.PP. n. 4622 del 15/10/1996 “Barriere di sicurezza”;
- Circolare A.N.A.S. n. 17600 del 05/12/1997 “Barriere di sicurezza”;
- Circolare A.N.A.S. n. 6477 del 27/05/1998 “Barriere di sicurezza”;
- D.M. LL.PP. del 03/06/1998 “Barriere di sicurezza”;
- D.M. LL.PP. del 11/06/1999 “Barriere di sicurezza”;

2. ANALISI DELL'INTERVENTO

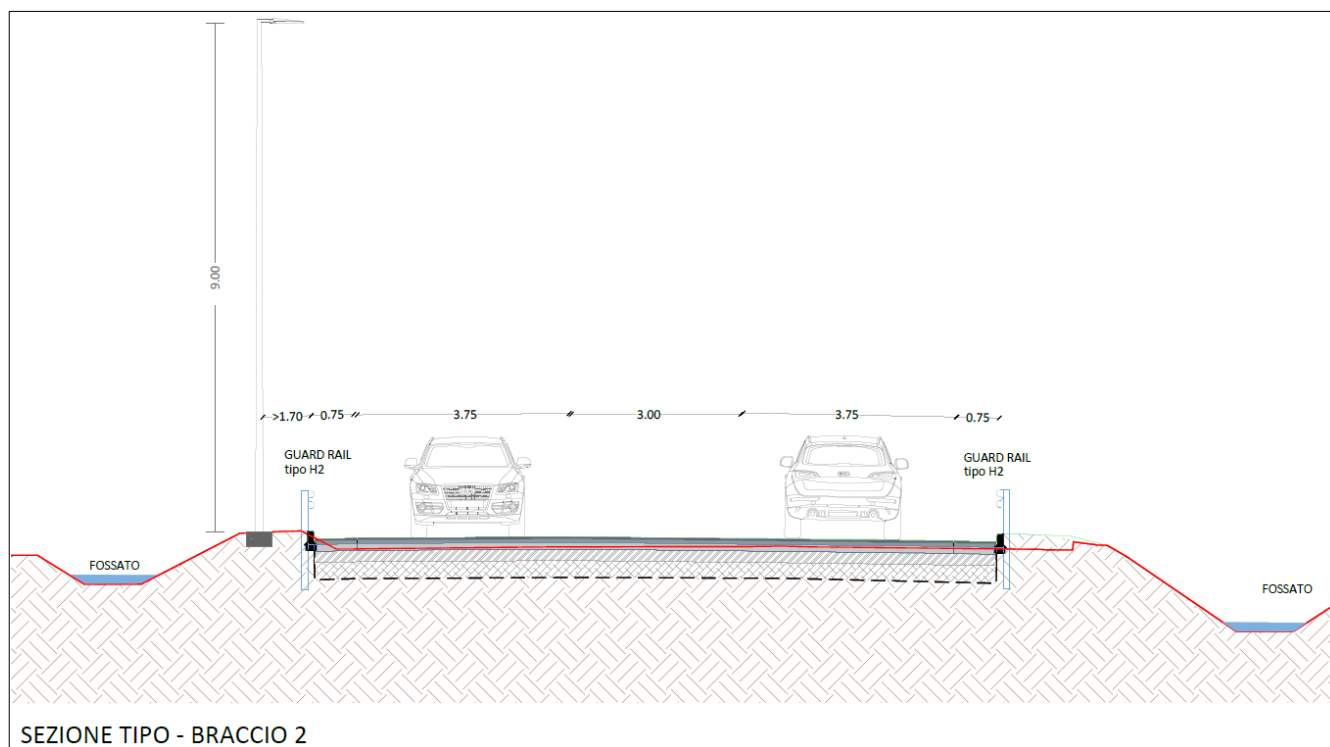
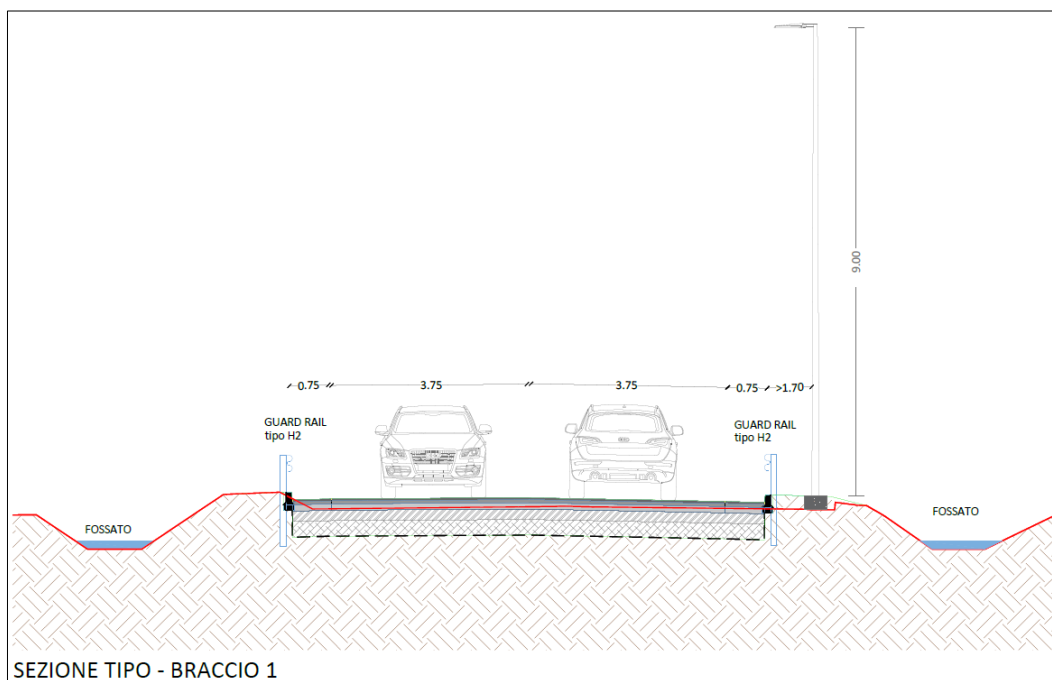
L'opera insiste su sedimi stradali esistenti con caratteristiche geometriche e funzionali assimilabili, per quanto riguarda la S.S. 14 e la SP 74, ad una strada di tipo C – Strade extraurbane secondarie, secondo quanto previsto dal D.lgs. 30 aprile 1992 n.285 – Nuovo Codice della Strada e dal D.M. 5 novembre 2001 n. 6792 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;

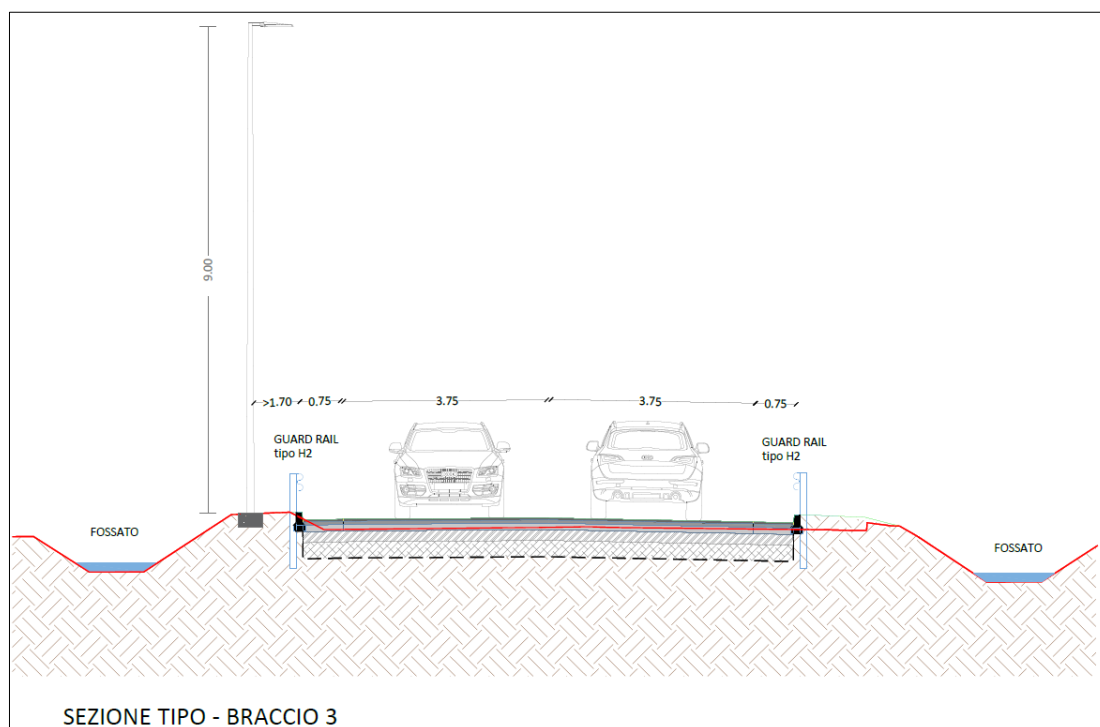
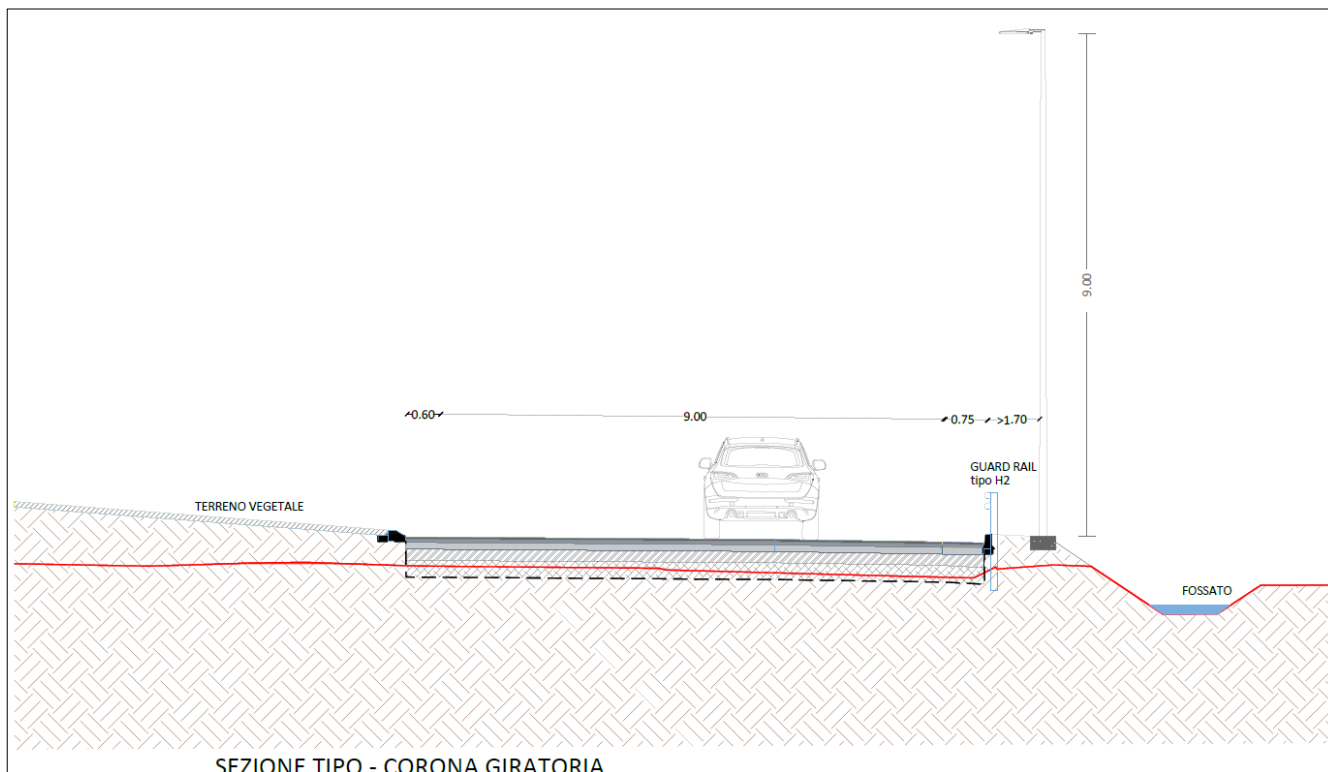
La realizzazione della nuova intersezione con funzionamento a rotatoria si pone l'obiettivo di migliorare la fluidità e la sicurezza della circolazione stradale con l'eliminazione di potenziali punti di conflitto attualmente identificabili con le manovre di svolta a sinistra dalla S.P. 74 "Via A. Moro" in ingresso sulla S.S. 14 e in uscita dalla strada statale verso la strada provinciale.

Si renderà necessario un adeguamento delle opere idrauliche per garantire la continuità della rete di smaltimento delle acque meteoriche con la realizzazione di nuovi fossati e tombinamenti a completamento delle opere stradali.



La viabilità di progetto adotterà per la Strada Statale 14 una sezione stradale di categoria C1 – extraurbana secondaria (D.M. 5/11/2001), altresì per le opere di collegamento della Strada Provinciale 74 si adotterà una sezione stradale riconducibile alla categoria C1 – extraurbana secondaria.



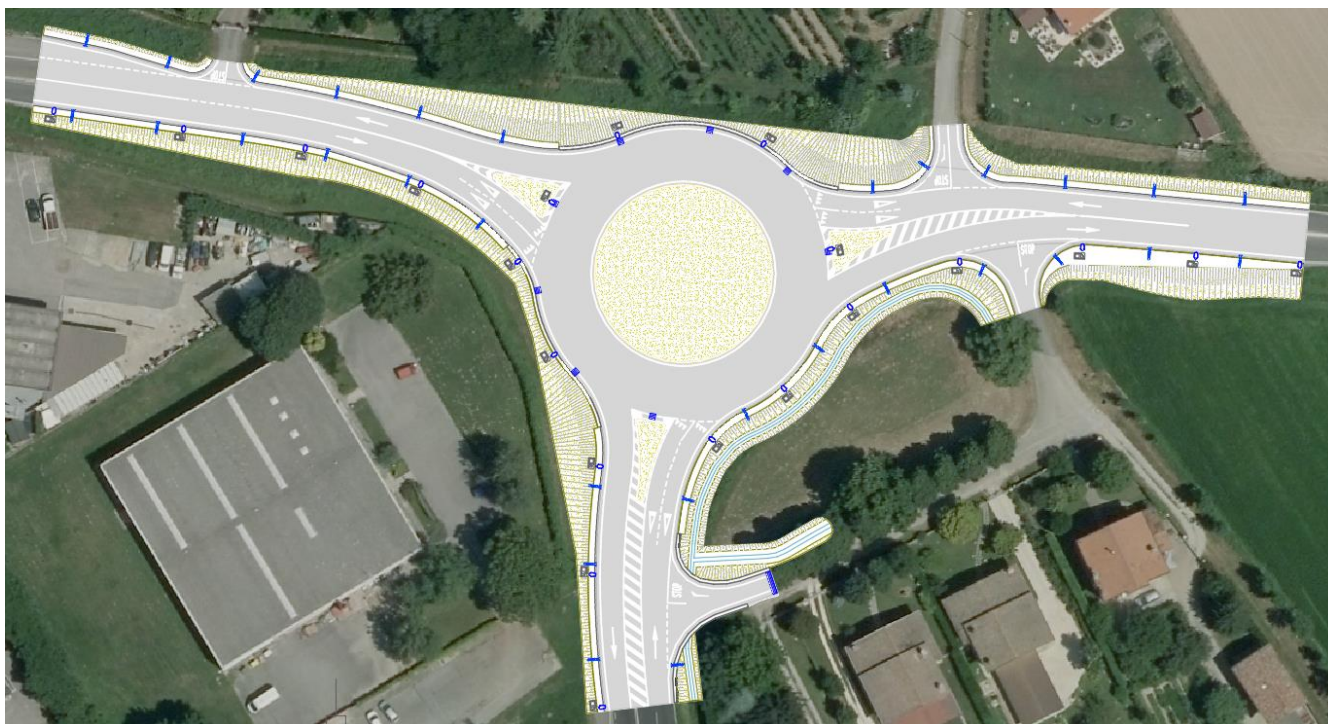


Attualmente l'intersezione tra la S.S.14 e la SP 74 è del tipo a raso con precedenza ai veicoli che transitano sulla statale; sono permesse tutte le manovre sia in immissione che in uscita dalla strada statale e sono presenti le corsie specializzate di accumulo per la svolta a sinistra in entrambi i sensi di marcia della S.S.14.

Tale configurazione non è in grado di garantire un livello di sicurezza adeguato a causa delle diverse categorie stradali che si incrociano.

L'intervento prevede la realizzazione di una rotatoria in grado di far fronte ai flussi di traffico di una strada statale, garantendo elevati livelli di servizio e di sicurezza per gli utenti della strada.

La rotatoria presenta una corona giratoria con diametro esterno pari a 50,00 metri, corsia di larghezza totale pari a 9,00 metri, banchina esterna con larghezza di 0,75 metri e interna di 0,60 metri. Doppia corsia di ingresso di larghezza pari a 3,00 metri ciascuna per un totale di 6,00 metri e uscita di larghezza pari a 4,50 metri. La geometria della rotatoria è conforme a quanto previsto nel D.M. 19 aprile 2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali". L'aiuola centrale e le isole divisionali presentano una sistemazione a verde.



2.1 Geometrie e Verifiche

Per la progettazione della rotatoria si è fatto riferimento al D.M. 19 aprile 2006 “ Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali “. La rotatoria presenta dimensioni dell’anello pari a 50 metri e quindi rientra nelle tipologie previste dalla normativa “rotatorie di tipo convenzionali” pertanto la geometria costruttiva della rotatoria (diametro anello, larghezza e numero corsie) rispettano tale normativa.

Si riportano di seguito le verifiche dei campi di visibilità e la distanza di arresto per la rotatoria.

2.1.1 Distanze di Visibilità per l’arresto

La distanza di visibilità per l’arresto è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. L’ostacolo ai fini della progettazione va considerato ad un’altezza di 0,10 m dal piano viabile e lungo l’asse della corsia del conducente.

L’espressione analitica di tale distanza è data da:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3.6} \tau - \frac{1}{3.6^2} \int_{V_0}^V \frac{V}{g \left[f_r(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV$$

essendo:

- D1 lo spazio percorso nel tempo;
- D2 lo spazio di frenatura;
- V0 la velocità all’inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità in km/h;
- τ il tempo complessivo di percezione, riflessione, reazione e attuazione in secondi.

Rotatorio 1	Braccio 1 -	Braccio 2 -	Braccio 3 -
R1 / V1	45.88 m / 33.7 km/h	N/A	80.90 m / 41.74 km/h
R2 / V2	17.51 m / 23.85 km/h	N/A	68.96 m / 39.30 km/h
R3 / V3	71.75 m / 39.89 km/h	N/A	84.34 m / 42.40 km/h
R4 / V4	N/A	17.43 m / 23.80 km/h	17.61 m / 23.89 km/h
R5 / V5	33.64 m / 30.15 km/h	31.26 m / 29.36 km/h	N/A

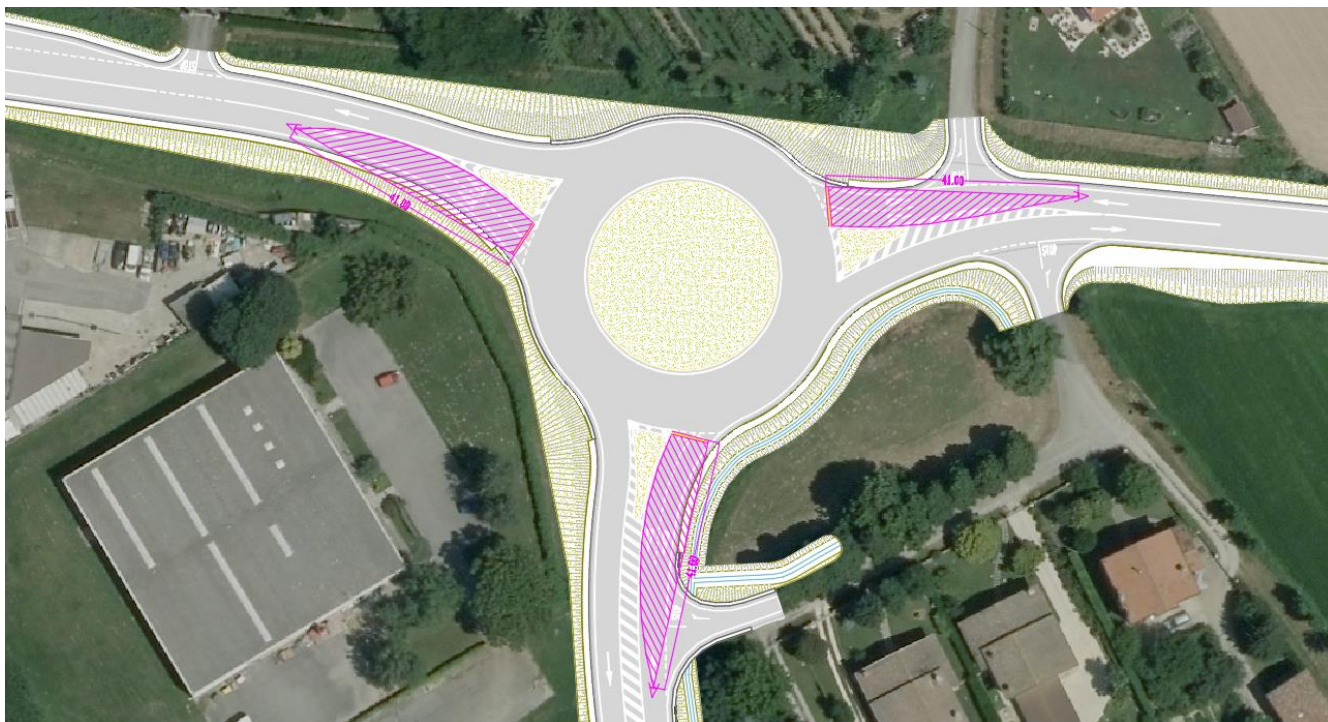


Figura 2 – Verifica della distanza di arresto (*velocità considerata 40 km/h*)

2.1.2 Distanze di Visibilità

La sicurezza della circolazione viene garantita anche attraverso l'esistenza di opportune visuali libere.

La visuale libera è la lunghezza del tratto stradale che il conducente riesce a vedere davanti a sé e lungo l'asse stradale; tale visuale deve essere confrontata con la distanza di visibilità per l'arresto.

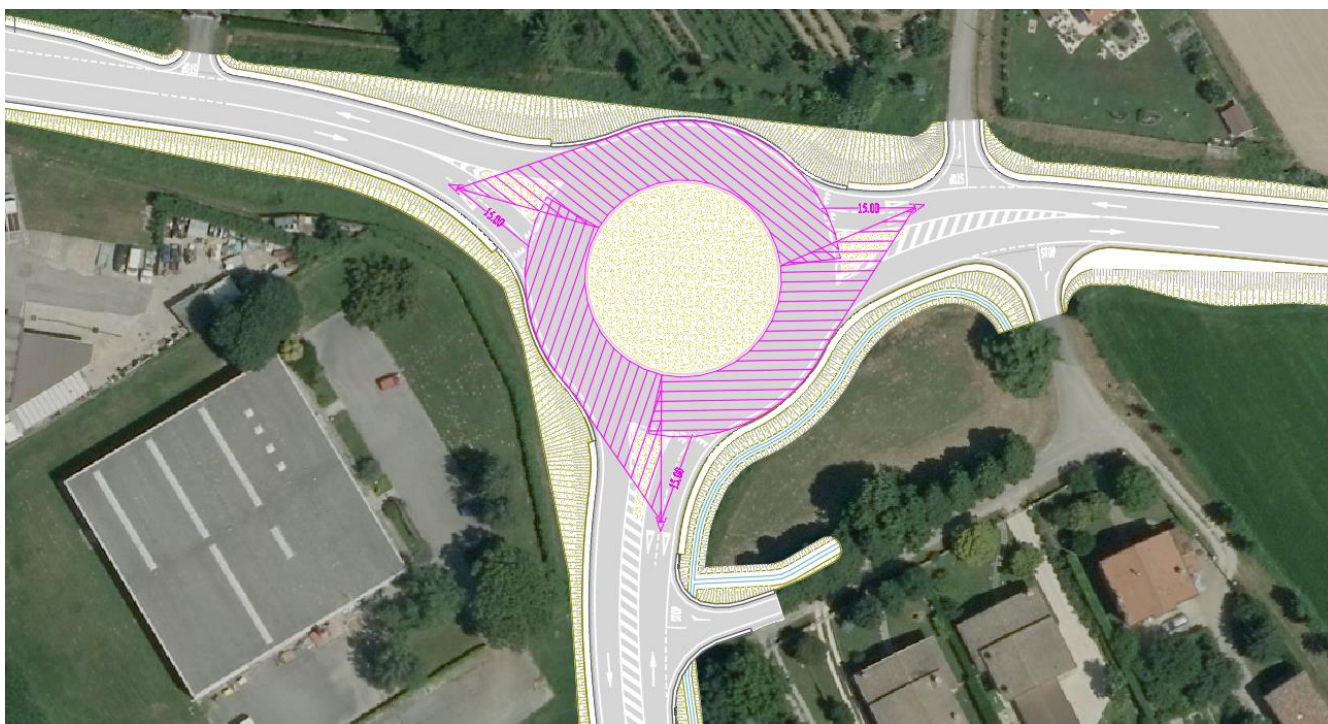
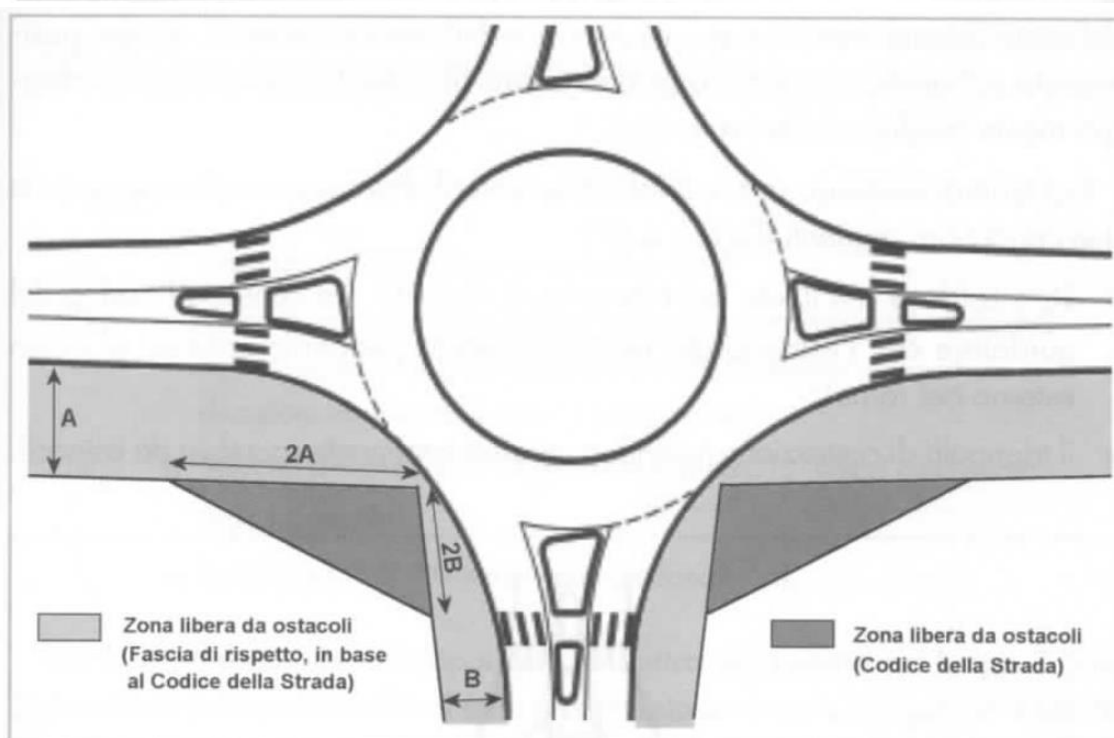


Figura 3 – Visuale libera a sinistra o del quarto di corona.

2.1.3 Criterio delle fasce di rispetto

Il Nuovo Codice della Strada impone la presenza di zone libere da ostacoli (art. 16 in ambito urbano, art. 18 in ambito extraurbano) da identificarsi nelle cosiddette fasce di rispetto, da valutare secondo le indicazioni riportate nella tabella seguente, e in ulteriore triangolo di visibilità costruito secondo la figura successiva.

TIPOLOGIA STRADALE	FASCIA DI RISPETTO (ESTERNA AI CENTRI ABITATI)		FASCIA DI RISPETTO (INTERNA AI CENTRI ABITATI)	
	Nuovi edifici oppure ricostruzioni	Zone edificabili (progetto attuativo)	Senza strumento urbanistico	Con strumento urbanistico
C – Strada extraurbana secondaria	30 m	10 m	–	–
E – Strada urbana di quartiere	–	–	20 m	Strumento urbanistico
F – Strada locale	20 m	Strumento urbanistico	10 m	Strumento urbanistico
F – Strada vicinale	10 m	Strumento urbanistico	10 m	Strumento urbanistico



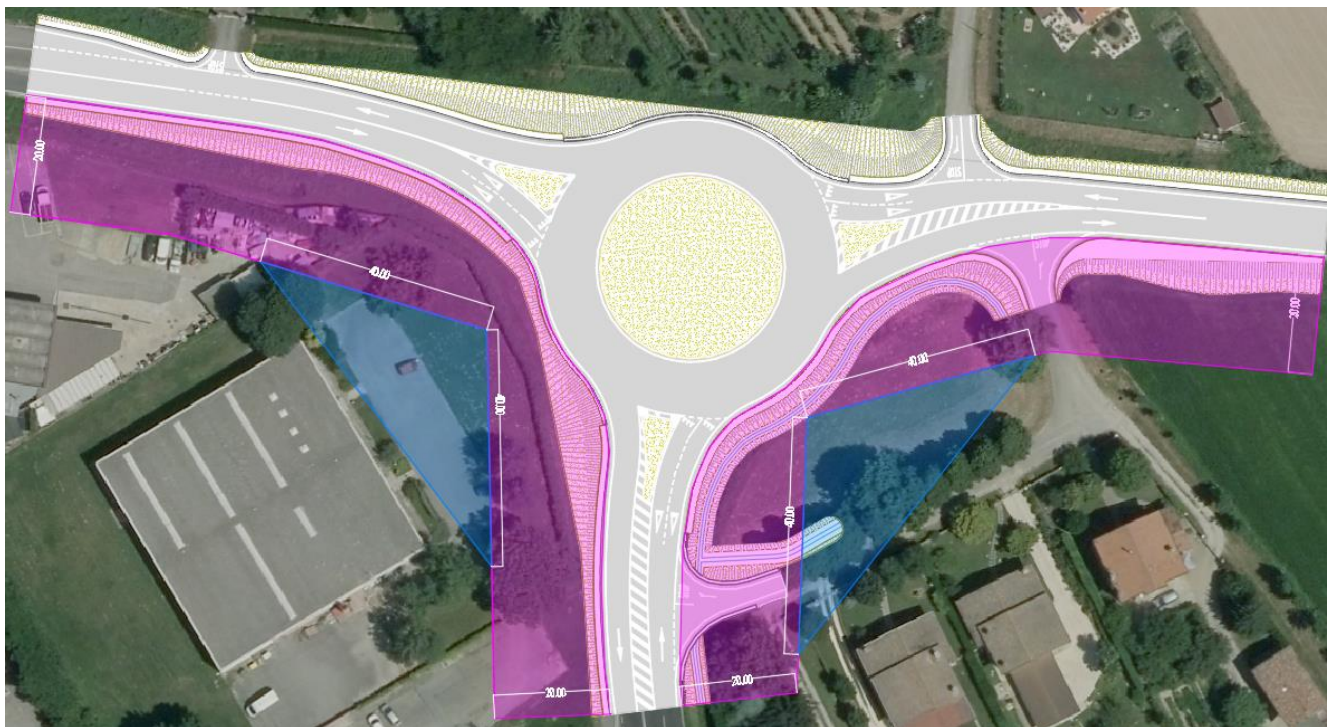


Figura 4 – Verifica del criterio delle fasce di rispetto – Nuovo Codice della Strada

Se la visibilità della rotatoria è garantita, allora, per la strada secondaria è possibile utilizzare il segnale di “dare precedenza”, altrimenti deve essere impegnato quello di “fermarsi e dare precedenza”.

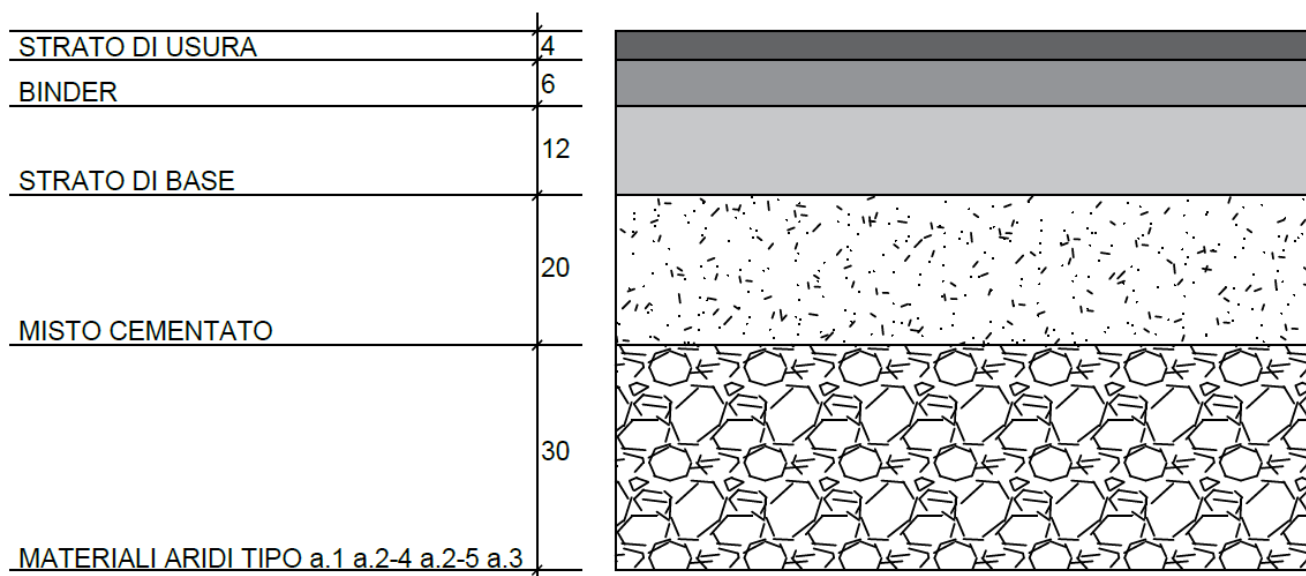
Nel caso specifico il criterio è verificato.

3. PACCHETTO STRADALE

Per quanto riguarda la configurazione del pacchetto stradale si è proceduto al dimensionamento degli strati in base alla tipologia di strada e all'entità del traffico previsto ottimizzando il rapporto tra resistenza della pavimentazione e le sollecitazioni a cui sarà sottoposta.

Inoltre, le pavimentazioni sono state dimensionate al fine di garantire ottime caratteristiche di ecocompatibilità e diminuire i costi di gestione e manutenzione. Le stratificazioni delle strutture viabili sono di seguito riportate: I pacchetti stradali così dimensionati svolgono le seguenti funzioni:

- ottimizzazione delle proprietà meccaniche con aumento della vita utile;
- allungamento dell'intervallo tra interventi manutentivi;
- abbattimento della pressione acustica emessa dal traffico veicolare;
- miglioramento della resistenza di attrito radente;
- riduzione del consumo di carburante per la messa in opera;
- riduzione delle emissioni di CO2.
- riduzione delle emissioni di polvere secca.



In corrispondenza delle zone di transizione tra superfici stradali esistenti e nuove pavimentazioni si realizza l'ammorsamento tra le due zone, procedendo con scavi a gradoni e con l'inserimento di geogriglie di rinforzo delle pavimentazioni. Nei tratti stradali esistenti verrà realizzato lo stesso pacchetto tranne lo strato dei materiali aridi sarà variabile per livellamento a quota.

STRATO DI USURA – TIPOLOGIA: CONGLOMERATO BITUMINOSO PER TAPPETO D'USURA CON INERTE CON SCORIE DI ACCIAIERIA.

BINDER – TIPOLOGIA: CON BITUME TAL QUALE.

STRATO DI BASE – TIPOLOGIA: CON BITUME TAL QUALE.

4. BARRIERE DI SICUREZZA

In base alla normativa vigente, si è provveduto alla installazione di barriere di sicurezza lungo il tracciato al fine di garantire la maggior sicurezza possibile agli utenti dell'infrastruttura viaria.

Si riporta di seguito la normativa di riferimento:

- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza. (G.U. 63 del 16.3.92).
- D.M. 15 ottobre 1996, 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. 3 giugno 1998, n. 3256 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. 11 giugno 1999, n. 3606, Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
- D.M. 2 agosto 2001, n. 4785, Proroga dei termini previsti dall'articolo 3 del D.M. 11 giugno 1999, inerente le barriere stradali di sicurezza.
- D.M. 23 dicembre 2002, Proroga dei termini previsti dall'art. 1 del decreto 2 agosto 2001, inerenti l'omologazione di barriere stradali di sicurezza.
- D.M. 21 giugno 2004, n. 2367, Aggiornamento del decreto 18 febbraio 1992, n. 223 e successive modificazioni
- DIRETTIVA 25 agosto 2004, n. 3065, Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
- Circolare Prot. 62032 del 21.07.2010.pdf, Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- DM 28 giugno 2011, Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale (GU n. 233 del 6 ottobre 2011)

Le barriere verranno posizionate come indicato nella tavola grafica relativa.

Le barriere sono classificate in base alla loro destinazione e ubicazione e in base al livello di contenimento.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere ed i dispositivi si suddividono in:

- barriere centrali da spartitraffico;
- barriere laterali, in rilevato o scavo;
- barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;

- barriere o dispositivi per punti singolari quali attenuatori d'urto, letti di arresto o simili, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, per ostacoli fissi, per zone terminali e/o di interscambio e simili.

Le barriere stradali di sicurezza e gli altri dispositivi di ritenuta stradali sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare accettabili condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi esterni, eventualmente presenti, garantendo entro certi limiti il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le barriere devono essere quindi idonee ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

La protezione prevista dal decreto deve riguardare almeno:

- i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;
- lo spartitraffico ove presente;
- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3; nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);
- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc. e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc.; occorre proteggere i suddetti ostacoli ed oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

Viene definito convenzionalmente, ai fini della classificazione delle barriere e degli altri dispositivi, "Livello di contenimento LC l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere".

Viene poi definito convenzionalmente, ai fini della classificazione della severità degli impatti, l'indice ASI (Indice di Severità dell'Accelerazione) che misura la severità dell'urto sugli occupanti delle autovetture considerati seduti con cinture di sicurezza allacciate.

Tutte le barriere e i dispositivi di ritenuta ed attenuazione di tutte le classi devono corrispondere ad un indice ASI minore o uguale ad 1 ottenuto con una autovettura, secondo le prescrizioni tecniche che seguono.

È ammesso un indice ASI fino a 1,4 per le barriere e i dispositivi destinati a punti particolarmente pericolosi nei quali il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza.

Le barriere di tipo a), b), c) e d) si classificano, in relazione al livello di contenimento definito con tolleranza in meno pari al -5% e tolleranza in più correlata a quella ammissibile per i parametri di prova; si dovrà specificare anche la larghezza utile per la deformazione trasversale (di cui alle procedure di misurazione delle prove).

Si avrà:

CLASSE N1: Contenimento minimo LC = 44 kJ;	CLASSE N2: Contenimento medio LC = 82 kJ
CLASSE H1: Contenimento normale LC = 127 kJ;	CLASSE H2: Contenimento elevato LC = 288 kJ
CLASSE H3: Contenimento elevatissimo LC = 463 kJ;	
CLASSE H4: Contenimento per tratti ad altissimo rischio LC = 572 kJ	

Ai fini applicativi il traffico sarà classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto nei tre livelli seguenti:

- traffico tipo I: quando il TGM è minore o uguale a 1000 con qualsiasi percentuale di veicoli merci o maggiore di 1000 con presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg minore o uguale al 5% del totale;
- traffico tipo II: quando, con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg sia maggiore del 5% e minore o uguale al 15% sul totale;
- traffico tipo III: quando, con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg sia maggiore del 15% sul totale.

Per TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi. Nel caso in esame, i dati di traffico rilevati dall'Anas sulla S.S. n.14 in località prossima a San Michele al Tagliamento, attestano un movimento medio giornaliero che sfiora i 20.000 movimenti/giorno con la presenza di circa il 5-7 % di traffico pesante distribuito lungo tutte le ore del giorno. I giorni di picco sono concentrati nel fine settimana nel periodo estivo nei giorni di venerdì e sabato. Quindi il traffico è di tipo II con TGM maggiore di 1000, con presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg maggiore del 5% e minore 15% sul totale. A seguito dei numerosi interventi di miglioramento e messa in sicurezza della Strada Statale S.S. 14 "Della Venezia Giulia" si considera un'incremento del traffico pesante nei prossimi anni per il quale si considera un traffico di tipo III, anche in considerazione della

configurazione geometrica della Strada (estremamente rettilinea) nella quale gli utenti, spesso, non rispettano i limiti di velocità imposti.

Tipo di strade	Traffico	Destinazione delle barriere			
		barriere spartitraffico a(1)	barriere bordo laterale b	barriere bordo ponte c(2)	attenuatori d
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2	TC1 o TC2 secondo velocità ≤ oppure > di 80 Km/h (art. 6)
	II	H3	H2	H3	
	III	H3-H4 (3)	H2-H3 (3)	H4	
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2	
	II	H2	H1	H2	
	III	H2	H2	H3	
Strade urbane di quartiere (E) e Strade locali (F)	I	N2	N1	H2	
	II	H1	N2	H2	
	III	H1	H1	H2	

Dalla tabella sopra riportata si evidenzia che la classe minima da adottare è H2 per barriere bordo laterale e H3 per barriere bordo ponte lungo i tre rami della rotatoria.

Deformazione della barriera di sicurezza: la deformazione delle barriere di sicurezza in caso di urto è caratterizzata dalla deflessione dinamica e dalla larghezza operativa; è importante che la deformazione sia compatibile con lo spazio o la distanza disponibile dietro il sistema.

La larghezza operativa (W) è la distanza tra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto della barriera di sicurezza e la massima posizione laterale dinamica di una qualunque parte principale della barriera. Se il corpo del veicolo si deforma dietro alla barriera di sicurezza, cosicché quest'ultima non può essere usata per la misurazione della larghezza operativa, deve essere presa in alternativa la posizione laterale massima di qualunque parte del veicolo.

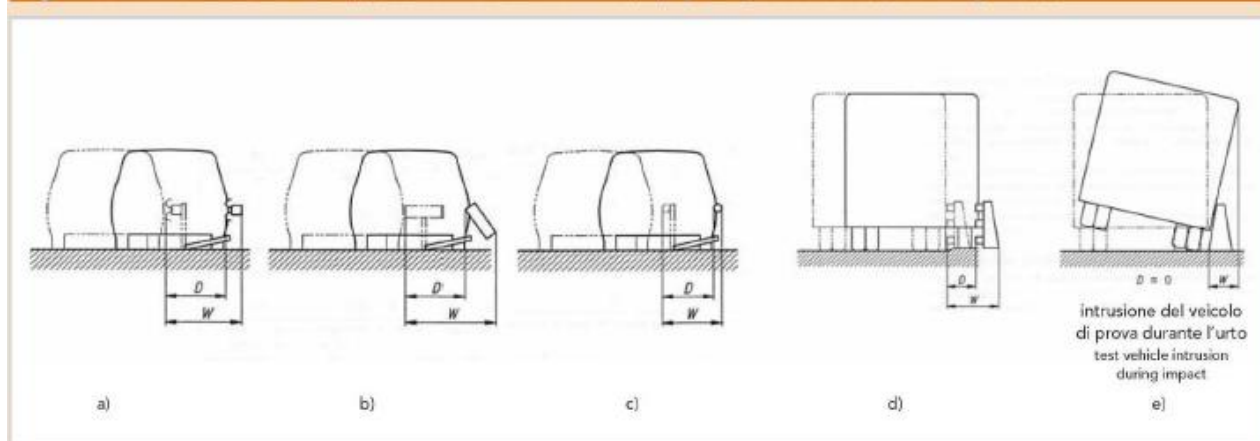
La deflessione dinamica (D) è lo spostamento dinamico laterale massimo del lato della barriera rivolto verso il traffico. La deformazione del sistema di ritenuta deve essere conforme ai requisiti del seguente prospetto.

Nel presente progetto ci si è riferiti a barriere tipo bordo ponte e bordo rilevato con larghezza operativa W5

Prospetto 4 - LIVELLI DI LARGHEZZA OPERATIVA Tab. 4 - Levels of working width

Classi di livelli di larghezza operativa Classes of working width levels	Livelli di larghezza operativa (m) Levels of working width (m)
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

Figura 1 - DEFLESSIONE DINAMICA (D) E LARGHEZZA OPERATIVA (W) Figure 1- Dynamic deflection (D) and working width (W)



4.1 Zone di Transizione

Per zone di transizione si intendono quei tratti in ingresso e in uscita in cui la barriera di progetto si raccorda con la barriera contigua esistente o con manufatti autostradali (muri di contenimento, gallerie, etc). Il criterio che si deve seguire nel progetto delle zone di transizione è quello di evitare la formazione di punti singolari pericolosi per i veicoli che transitano lungo la strada nel passaggio tra la tipologia della barriera in progetto e quella esistente. Le transizioni tra barriere di tipo diverso non sono attualmente prodotti soggetti a prova o a marcatura CE, ma sono elementi di raccordo tra dispositivi diversi che devono rispondere a specifici requisiti di carattere geometrico e funzionale, quali ad esempio:

- la rigidità all'interno di qualunque tipo di transizione dovrà variare gradualmente da quella del sistema meno rigido a quella del più rigido;

- il collegamento tra gli elementi longitudinali “resistenti” delle due barriere deve essere fatto per mezzo di elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più del 8% (circa 4.6°) e non più di 5° sul piano orizzontale. Si considerano elementi longitudinali “resistenti” la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali “resistenti” i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento (arretrato in modo sostanziale rispetto alla lama sottostante) ed i correnti inferiori pararuota;
- il produttore dovrà garantire che la transizione proposta sia caratterizzata dalla continuità e dalla graduale variazione di resistenza e di rigidità degli elementi longitudinali "resistenti";
- tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere;
- l'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal produttore, avendo cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione;
- nel caso particolare di transizioni tra barriere che prevedono il corrente superiore e barriere che non lo prevedono (ove necessario) quest'ultimo dovrà essere raccordato con un pezzo speciale terminale sagomato e vincolato al paletto della barriera senza corrente superiore ubicato al termine della transizione, a tergo della medesima.

In attesa della definizione normativa di una specifica modalità di prova per verificare l'effettiva sussistenza della continuità strutturale richiesta, una transizione potrà essere considerata “strutturalmente continua” laddove il sistema realizzato dall'affiancamento dei due dispositivi preveda:

- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali “resistenti” che dovrebbero avere, in generale, lo stesso profilo. Tale requisito è inderogabile per la lama principale. Per gli altri potranno essere adottati pezzi speciali di raccordo;
- una differenza di quota tra gli elementi longitudinali “resistenti” delle due barriere non superiore a 20 cm.

4.2 Terminali

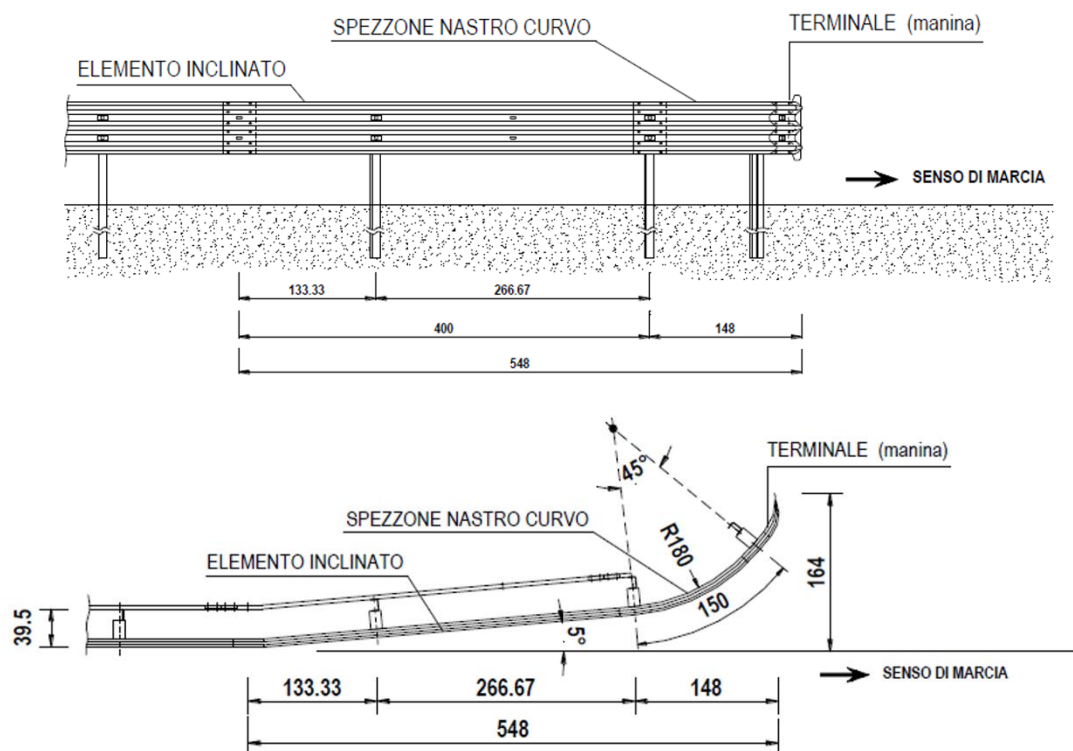
Le interruzioni della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovranno essere dotate di un sistema terminale che prevenga, per quanto possibile, l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera. Dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal produttore ed indicati nei certificati di prova dei dispositivi.

Nel progetto è previsto l'utilizzo di terminali:

- Terminale speciale Classe P2:

Il terminale dovrà essere stato testato presso laboratori accreditati secondo normativa europea ENV1317-4 e/o prEN1317-7, completo di rapporti di prova e manuale di installazione; dovrà essere costituito da moduli compressibili assial-simmetrici, paletti, guide in acciaio o altro materiale; dovrà anche avere continuità geometrica fino a terra in ottica di protezione urto motociclisti.

- Terminale semplice "a manina", per i quali dovrà essere adottata la soluzione rappresentate nelle figure seguenti che ha, nelle applicazioni su strada, un funzionamento più affidabile, in quanto non è suscettibile di innescare il ribaltamento del veicolo in svio.



5. PROGETTAZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA

5.1 Premessa

Il presente documento costituisce parte integrante del progetto esecutivo riguardante i lavori di adeguamento dell'intersezione tra la S.S.14 e la S.P. 74 in comune di San Michele al Tagliamento. La presente relazione tecnica evidenzia i passi concettuali e progettuali per il dimensionamento di una pavimentazione semirigida in ambito stradale.

Con il termine "pavimentazione" si intende la porzione di sede stradale che garantisce la transitabilità del traffico di progetto nel rispetto delle condizioni di sicurezza e comfort.

Dal punto di vista tecnico, è indicata anche con il termine di "sovrastuttura", poiché si tratta effettivamente di una vera e propria struttura soggetta a carichi di vario tipo e sollecitazioni piuttosto complesse. L'elaborato tratta il dimensionamento delle pavimentazioni ottenuto tramite procedura empirica dell'AASHTO.

Le pavimentazioni flessibili sono costituite da tre strati sovrapposti di aggregati lapidei legati a bitume (usura, binder, base) e da uno strato di materiale sciolto poggiante sul terreno di posa (fondazione).

L'organizzazione a strati di queste pavimentazioni assicura la distribuzione dei carichi fino al terreno sottostante e fa sì che la sovrastuttura, anziché assorbire gli sforzi mediante resistenze flessionali, reagisca con la sua adattabilità deformativa alle azioni trasmesse dai carichi veicolari e alle reazioni del terreno sottostante.

Le pavimentazioni semirigide differiscono da quelle flessibili per l'interposizione di uno strato di materiale granulare con cemento (misto cementato) tra lo strato di base bitumato e la fondazione.

Gli strati superficiali sono direttamente esposti alle azioni del traffico e degli agenti atmosferici, mentre la struttura portante ha la funzione di mantenere inalterata la configurazione del soprastante manto, sopportando e distribuendo sul sottofondo le sollecitazioni dovute al traffico. Lo strato superficiale è quello che costituisce il piano viabile destinato a far fronte alle azioni verticali e tangenziali indotte dai veicoli e a trasmetterle con intensità attenuata agli strati sottostanti. Viene realizzato con conglomerato bituminoso caratterizzato da notevole resistenza al taglio, generalmente è suddiviso in:

- Usura, posto a contatto con i pneumatici dei veicoli, deve garantire delle ottime condizioni di aderenza ed assicurare adeguate caratteristiche di regolarità;
- Binder (strato di collegamento), destinato a integrare le funzioni portanti dello strato superiore e ad assicurare la collaborazione con gli strati sottostanti.

Lo strato di Base ha la funzione principale di ripartire i carichi sul sottostante strato di fondazione di minore qualità portante e deve possedere un'elevata resistenza ai fenomeni di fatica e all'ormaiamento.

Lo strato di Fondazione è la parte a contatto con il sottofondo e ha la funzione di ripartire i carichi e rendere la sollecitazione compatibile con il sottostante strato, ma ha anche la funzione di rendere la superficie regolare per stendere lo strato superiore di base.

5.2 Dati di input

L'obiettivo che ci si prefigge nella progettazione della sovrastruttura è di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità, per un prefissato periodo di tempo; poiché:

- le caratteristiche dei materiali utilizzati non si mantengono costanti nel tempo,
- i carichi sono dispersi per posizione ed entità,
- il fenomeno stesso della rottura per fatica risulta essere un fenomeno aleatorio, l'obiettivo deve essere definito in termini probabilistici. Il dimensionamento di una sovrastruttura stradale dipende dalla composizione e dall'entità del traffico, valutato tra l'entrata in esercizio e il termine del periodo di progetto dell'infrastruttura. Il Periodo di riferimento per il progetto della pavimentazione, entro il quale deve mantenere adeguati livelli di prestazione senza interventi programmati di manutenzione, è pari a 20 anni.

Il PSI (Present Serviceability Index) rappresenta una misura del grado di ammaloramento della sovrastruttura, in termini di sicurezza e comfort. Il livello di funzionalità finale PSIf ritenuto generalmente accettabile per la pavimentazione flessibile, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione è 2.5. Utilizzando un metodo sperimentale, occorre eseguire alcune considerazioni di carattere probabilistico, introducendo una variabile come l'Affidabilità (%), la quale rappresenta la probabilità che il numero di passaggi di assi singoli equivalenti che la pavimentazione possa sopportare, prima di raggiungere un prefissato grado di ammaloramento finale, sia maggiore o uguale al numero di passaggi che realmente si verificano sulla corsia più carica durante il periodo di progetto. L'Affidabilità comprende sia l'errore che si può commettere sulla valutazione del traffico sia la variabilità delle prestazioni della pavimentazione. I valori assunti dipendono dal tipo di strada e dalla sua ubicazione; in relazione alle strade in esame risultano valori pari a:

- S.S. 14 "della Venezia Giulia":
AFFIDABILITA' = 90
DEVIAZIONE STANDARD = 0.45
- S.P. 74 Via A. Moro:
AFFIDABILITA' = 90
DEVIAZIONE STANDARD = 0.45

5.3 Traffico di progetto

Nell'analisi del traffico devono tenersi in considerazione solo i veicoli pesanti, ossia quei veicoli che scaricano per asse più di 3 tonnellate, ciò significa supporre che i veicoli leggeri al loro passaggio non arrechino alcun danno alla sovrastruttura. Il volume di traffico considerato nel calcolo eseguito deriva da stime effettuate e da ipotesi di distribuzione dei flussi nello scenario di progetto. Il traffico giornaliero medio TGM previsto è 20000 veicoli, con una percentuale di Veicoli Commerciali pari a 40% e considerando un tasso di incremento annuale del traffico del 3% per la S.S.14 e un TGM di 5000 veicoli, con percentuale di Veicoli Commerciali pari al 60% e un tasso di incremento del traffico del 3%.

TIPOLOGIA STRADA	Strada extraurbana S.S.14
LEGGE DI INCREMENTO DEL TRAFFICO	Lineare
TGM	17000
PERCENTUALE DEI VEICOLI COMMERCIALI	5.2%
TASSO INCREMENTO ANNUALE DEL TRAFFICO	3%
PERIODO DI PROGETTO (anni)	20
TRAFFICO DI PROGETTO W ₁₈	6.576.193

TIPOLOGIA STRADA	Strada extraurbana (S.P. 74)
LEGGE DI INCREMENTO DEL TRAFFICO	Lineare
TGM	12200
PERCENTUALE DEI VEICOLI COMMERCIALI	13%
TASSO INCREMENTO ANNUALE DEL TRAFFICO	3 %
PERIODO DI PROGETTO (anni)	20
TRAFFICO DI PROGETTO W ₁₈	4.194.712

La classificazione dei veicoli è in genere effettuata in funzione del numero di assi e del peso per asse. La procedura di classificazione più utilizzata è standardizzata dalla norma ASTM E1572-93 per la classificazione dei veicoli partendo dal numero e dalla inter-distanza degli assi. Riferendosi ai veicoli commerciali (massa complessiva, corrispondente al peso totale a terra, maggiore o uguale a 3 t) il catalogo italiano delle pavimentazioni stradali adotta la seguente classificazione, associando ad essa opportuni spettri di traffico per tipologia di strada.

SPETTRO DI TRAFFICO DEI VEICOLI COMMERCIALI – S.S.14

Tipo 3 – strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico

0	13.1	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	0	0	10.5
---	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	------

SPETTRO DI TRAFFICO DEI VEICOLI COMMERCIALI – SP.74

Tipo 3 – strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico

0	13.1	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	0	0	10.5
---	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	------

Il traffico è stato convertito in un numero di passaggi di assi standard equivalenti impiegando il criterio suggerito dall'AASHTO.

5.4 Calcolo degli Esal's

L'incidenza del traffico viene quasi sempre considerata mediante una semplificata ed ampiamente accettata procedura basata sull'utilizzo di fattori di equivalenza che permettono di convertire ogni gruppo di carico in un singolo asse equivalente. La Metodologia degli assi equivalenti (ESAL) permette di ricondurre le diverse tipologie di assi reali transitanti sulla strada ad un asse di riferimento da 80 kN (8,2 t); conseguentemente all'utilizzo di opportuni coefficienti di equivalenza, è possibile valutare il danno a fatica prodotto dal numero di passaggi dei carichi reali. Il numero di $ESAL_{progetto}$ ottenuto risulta essere pari a:

- 6.576.193 passaggi per la S.S.14;
- 4.194.712 passaggi per la S.P.74.

I valori sopra riportati considerano già i parametri D_l e D_d , che derivano dalle seguenti considerazioni:

- D_d è funzione della distribuzione del traffico nelle due direzioni. Nel caso del progetto si è scelto il valore medio dell'intervallo pari a $D_d = 0.5$ poiché si ipotizza la condizione di equiripartizione del traffico nelle corsie
- D_l è funzione della distribuzione del traffico tra le corsie nelle due direzioni. Indubbiamente la condizione di traffico più gravosa si manifesterà nella corsia più lenta, adibita al transito dei veicoli commerciali, pertanto si assume $D_l = 1$

Il numero di assi standard da 80 KN equivalenti al traffico sulla corsia più caricata della strada in progetto è:

$$ESAL_{progetto} = ESAL_{tot} * D_d * D_l$$

5.5 Portanza del sottofondo

Il sottofondo è quella parte di terreno posto al di sotto della fondazione della sovrastruttura, il cui stato tensionale può ancora essere causa di cedimenti. Il parametro che caratterizza il sottofondo è la portanza, o capacità portante, ossia il carico massimo sopportabile, in determinate condizioni, che realizza un prestabilito cedimento. Il piano di posa della sovrastruttura stradale, sia nei tratti in trincea che in quelli in rilevato, dovrà garantire un valore minimo della portanza del sottofondo, individuato attraverso il California Bearing Ratio, C.B.R.

La capacità portante della sovrastruttura è rappresentata dallo Structural Number (SN). L'AASHTO fornisce una relazione che tiene conto delle caratteristiche strutturali dei diversi strati, consentendo di ripartire tra di essi la capacità portante complessiva.

$$SN = a_1 h_1 + a_2 m_2 h_2 + a_3 m_3 h_3$$

dove:

- h_i = spessore dello strato i-esimo (valori incogniti da determinare);
- a_i = coefficienti strutturali che indicano l'aliquota di resistenza fornita dal materiale costituente lo strato;
- m_i = coefficiente che tiene conto delle condizioni del drenaggio.

Il termine:

- $a_1 h_1$ rappresenta la capacità portante fornita dagli strati superficiali usura + binder;
- $a_2 h_2 m_2$ rappresenta la capacità portante dello strato di base;
- $a_3 h_3 m_3$ rappresenta la capacità portante della fondazione.

I coefficienti di drenaggio m_i tengono conto dell'effetto dell'acqua sulle proprietà dei materiali e quindi sulla capacità portante della pavimentazione, sono funzione della qualità del drenaggio dei materiali e della percentuale di tempo in cui la pavimentazione è esposta ad un grado d'umidità prossimo alla saturazione.

5.6 Spessore strati

La pavimentazione progettata è tenuta ad assolvere le seguenti funzioni:

- ripartire sul sottofondo le azioni dei veicoli in modo che siano compatibili con le caratteristiche di portanza;
- mantenimento della regolarità e dell'aderenza del piano viabile affinché il moto avvenga in condizioni di comfort e sicurezza;
- protezione degli strati sottostanti dall'azione degli agenti atmosferici.

Il dimensionamento ottenuto dei vari strati risulta essere:

STRATO	MATERIALE	SPESSORE (cm)
USURA	Conglomerato bituminoso con scorie di acciaieria	4
BINDER	Conglomerato bituminoso	6
BASE	Conglomerato bituminoso	12
FONDAZIONE	Misto cementato	20
FONDAZIONE	Materiale arido gruppi A.1, A.2-4, A.2-5, A.3	min. 30

Per il sottofondo si assume CBR=5%.

Si riportano di seguito le schede con i dati e i valori ottenuti per il dimensionamento delle pavimentazioni.

Strada S.S.14 – Tipo C

- *Determinazione traffico di Progetto W18 (determinazione analitica)*

TGM =	17.000
Numero giorni commerciali per settimana (gg) =	6
Numero settimane commerciali per anno (n. sett.) =	52
Aliquota di traffico per direzione più carica (pd) =	0,5
Percentuale veicoli commerciali (p) =	0,052
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl) =	0,95
Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d) =	0,8
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
PSI iniziale	4,80
PSI finale	2,80
ΔPSI	2,00

Affidabilità R	90%
Zr =	-1,282
So =	0,45
Fattore correzione	-0,5769

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

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Peso assi (ton)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00%	Numero di assi distribuiti per peso	1	1											
2	13,10%			1	1										
3	39,50%					1				1					
4	10,50%						1						1		
5	7,90%					1				2					
6	2,60%							1				2			
7	2,60%					1				2	1				
8	2,50%							1				3			
9	2,60%					1				4					
10	2,50%							1			2	2			
11	2,60%					1				3		1			
12	2,60%							1			3		1		
13	0,50%						1							1	3
14	0,00%					1				1					
15	0,00%							1				1			
16	10,50%						1			1					

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Frequenze parziali degli assi												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00%	Frequenza degli assi distribuiti per peso													
2	13,10%			13,1%	13,1%										
3	39,50%					39,5%				39,5%					
4	10,50%						10,5%						10,5%		
5	7,90%					7,9%				15,8%					
6	2,60%							2,6%				5,2%			
7	2,60%					2,6%				5,2%	2,6%				
8	2,50%							2,5%				7,5%			
9	2,60%					2,6%				10,4%					
10	2,50%							2,5%			5,0%	5,0%			
11	2,60%					2,6%				7,8%		2,6%			
12	2,60%							2,6%			7,8%		2,6%		
13	0,50%						0,5%							0,5%	1,5%
14	0,00%														
15	0,00%														
16	10,50%						10,5%			10,5%					
				13,1%	13,1%	55,2%	21,5%	10,2%		89,2%	15,4%	20,3%	13,1%	0,5%	1,5%

Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4 ^a potenza	Transiti da 8 t
1	0,0%	0,00024	0,00%
2	13,1%	0,00391	0,05%
3	13,1%	0,01978	0,26%
4	55,2%	0,06250	3,45%
5	21,5%	0,15259	3,28%
6	10,2%	0,31641	3,23%
7	0,0%	0,58618	0,00%
8	89,2%	1,00000	89,20%
9	15,4%	1,60181	24,67%
10	20,3%	2,44141	49,56%
11	13,1%	3,57446	46,83%
12	0,5%	5,06250	2,53%
13	1,5%	6,97290	10,46%
TOTALE	253,1%	TOTALE	233,51%

Il passaggio di 100 veicoli commerciali determina il transito di 253,1 assi di differente peso, che corrispondono al passaggio di 233,5 assi equivalenti da 8 t.

Numero transiti totali W_{18} = **6.576.193** Assi da 8 t

DETERMINAZIONE STRUCTURAL NUMBER (SN)

STRATI	Spessore s_i (mm)	Coefficient e drenaggio	Coefficiente spessore (a_i)	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	M_R (psi)
Sottofondo					5,00	7006,46
Fondazione	300	1	0,10	30,00		
Base cementata	200	1	0,22	44,00		
Base bitumata	120	1	0,28	33,60		
Collegamento	60	1	0,40	24,00		
Usura	40	1	0,43	17,20		
				148,80		

SNSG = 0,608109508

SN = SNSG + 0,0394 $\sum s_i \cdot d_i \cdot a_i$ = **6,470829508**

$\log_{10} W_{18}$ = **7,947746**

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

88.663.773	assi da 8t	
6.576.193	assi da 8t	VERIFICATO

Strada S.P.74 – Tipo C

- *Determinazione traffico di Progetto W18 (determinazione analitica)*

TGM =	12.200
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) =	0,13
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl) =	0,95
Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d) =	0,8
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) =	10

PSI iniziale	4,80
PSI finale	2,80
Δ PSI	2,00

Affidabilità R	90%
Zr =	-1,282
So =	0,45
Fattore correzione	-0,5769

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

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Peso assi (ton)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00%	Numero di assi distribuiti per peso	1	1											
2	13,10%			1	1										
3	39,50%					1				1					
4	10,50%						1						1		
5	7,90%					1				2					
6	2,60%							1				2			
7	2,60%					1				2	1				
8	2,50%							1				3			
9	2,60%					1				4					
10	2,50%							1			2	2			
11	2,60%					1				3		1			
12	2,60%							1			3		1		
13	0,50%						1							1	3
14	0,00%					1				1					
15	0,00%							1				1			
16	10,50%						1			1					

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Frequenze parziali degli assi												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00%	Frequenza degli assi distribuiti per peso													
2	13,10%			13,1%	13,1%										
3	39,50%					39,5%				39,5%					
4	10,50%						10,5%						10,5%		
5	7,90%					7,9%				15,8%					
6	2,60%							2,6%				5,2%			
7	2,60%					2,6%				5,2%	2,6%				
8	2,50%							2,5%				7,5%			
9	2,60%					2,6%				10,4%					
10	2,50%							2,5%			5,0%	5,0%			
11	2,60%					2,6%				7,8%		2,6%			
12	2,60%							2,6%			7,8%		2,6%		
13	0,50%						0,5%							0,5%	1,5%
14	0,00%														
15	0,00%														
16	10,50%						10,5%			10,5%					
				13,1%	13,1%	55,2%	21,5%	10,2%		89,2%	15,4%	20,3%	13,1%	0,5%	1,5%

Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4 ^a potenza	Transiti da 8 t
1	0,0%	0,00024	0,00%
2	13,1%	0,00391	0,05%
3	13,1%	0,01978	0,26%
4	55,2%	0,06250	3,45%
5	21,5%	0,15259	3,28%
6	10,2%	0,31641	3,23%
7	0,0%	0,58618	0,00%
8	89,2%	1,00000	89,20%
9	15,4%	1,60181	24,67%
10	20,3%	2,44141	49,56%
11	13,1%	3,57446	46,83%
12	0,5%	5,06250	2,53%
13	1,5%	6,97290	10,46%
TOTALE	253,1%	TOTALE	233,51%

Il passaggio di 100 veicoli commerciali determina il transito di 253,1 assi di differente peso, che corrispondono al passaggio di 233,5 assi equivalenti da 8 t.

Numero transiti totali $W_{18} =$ **4.194.712** Assi da 8 t

DETERMINAZIONE STRUCTURAL NUMBER (SN)

STRATI	Spessore s_i (mm)	Coefficient e drenaggio	Coefficiente spessore (a_i)	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	M_R (psi)
Sottofondo					5,00	7006,46
Fondazione	300	1	0,10	30,00		
Base cementata	200	1	0,22	44,00		
Base bitumata	120	1	0,28	33,60		
Collegamento	60	1	0,40	24,00		
Usura	40	1	0,43	17,20		
				148,80		

SN SG =

0,608109508

SN = SN SG + 0,0394 $\sum s_i \cdot d_i \cdot a_i$ =

6,470829508

$\log_{10} W_{18}$ =

7,947746

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

88.663.773	assi da 8t	
4.194.712	assi da 8t	VERIFICA TO