

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## PROGETTO DEFINITIVO

### RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

SISTEMAZIONI VIABILITA'

NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto

Relazione di Sicurezza stradale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I V 0 I 0 0 D 2 6 R H N V 0 5 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Eusepi	Febbraio 2022	A. Parravicini L. Stoppini M.	Febbraio 2022	G. Fadda	Febbraio 2022	A. Perego Febbraio 2022



File: IV0100D26RHNV0500002A.doc

n. Elab.:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-  
Bardinetto**  
**Relazione di Sicurezza stradale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 RH	NV0500 002	A	2

**INDICE**

1	PREMESSA .....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO ED INPUT PROGETTUALI.....	4
2.1	PROGETTO STRADALE.....	4
2.2	BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI.....	4
2.3	SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE .....	5
2.4	MANUALE DI PROGETTAZIONE RFI.....	5
3	ANALISI DELLO STATO ATTUALE.....	6
4	SOLUZIONE PROGETTUALE .....	8
4.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	8
4.2	SEZIONE TIPO DI PROGETTO .....	10
4.2.1	<i>Sezione tipo.....</i>	<i>10</i>
5	ANALISI DELLA SICUREZZA DELL'ASSE DI PROGETTO .....	11
5.1	PREMESSA METODOLOGICA.....	11
5.2	APPLICAZIONE METODOLOGIA HSM .....	12
5.2.1	<i>CMF Inserimento raccordi di transizione:.....</i>	<i>15</i>
5.2.2	<i>CMF Larghezza corsie:.....</i>	<i>15</i>
5.2.3	<i>CMF Allargamento/inserimento banchine:.....</i>	<i>16</i>
5.2.4	<i>CMF Segnaletica orizzontale e attraversamenti pedonali: .....</i>	<i>16</i>
5.2.5	<i>CMF Pavimentazione:.....</i>	<i>17</i>
5.2.6	<i>CMF Interventi di sostituzione di intersezioni a raso con Rotatorie:.....</i>	<i>18</i>
5.3	ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO RISPETTO AI REQUISITI DELLA NORMATIVA D'INDIRIZZO .....	20
5.3.1	<i>Verifica di rispondenza del progetto ai requisiti della normativa d'indirizzo.....</i>	<i>20</i>
6	CONCLUSIONI.....	21

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA  IV01</p>	<p>LOTTO  00</p>	<p>CODIFICA  D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO  NV0500 002</p>	<p>REV.  A</p>	<p>FOGLIO  3</p>

## 1 PREMESSA

Le direttive del Piano Generale dei Trasporti, approvato con D.P.C.M. del 10-aprile 1986, prevedevano l'inserimento della linea Genova - Ventimiglia nel "Corridoio Plurimodale Tirrenico" (Ventimiglia - Genova - Roma - Napoli - Palermo - Trapani) con strategia di assicurare la massima concentrazione di obiettivi, mezzi e servizi fra lo Stato, gli altri livelli istituzionali e gli Enti gestori".

In relazione a quanto stabilito da tale P.G.T., le FS inserirono nel Programma pluriennale di Investimenti, approvato con D.I. n. 48 T. bis del 05 marzo 1987, il raddoppio dei tratti Finale Ligure - Loano e Albenga - San Lorenzo al Mare.


Il P.G.T. prevedeva, a completamento funzionale del Corridoio, l'integrazione di questa direttrice con assi trasversali per consentire continue "interrelazioni funzionali tra ambiti territoriali del Paese caratterizzati da assetti economici e sociali di sviluppo".

In tale contesto, la linea Genova - Ventimiglia, completamente raddoppiata, avrebbe potuto assumere una spiccata valenza di corridoio plurimodale per via delle infrastrutture marittime, aeree, stradali e autostradali che interrelazionano con la ferrovia. La linea poteva altresì consentire notevoli prospettive per l'uso ottimale delle singole infrastrutture, per l'eliminazione degli sprechi, per la promozione e lo sviluppo di nuovi e più efficienti servizi.

Con la realizzazione Raddoppio Genova-Ventimiglia si raggiunge:

- L'aumento della capacità del traffico;
- La riduzione dei tempi di percorrenza conseguente all'aumento di velocità commerciale della linea.

Attualmente, affinché la linea Genova - Ventimiglia assolva alle funzioni sopra citate, occorre completare il raddoppio della linea stessa superando i limiti prestazionali imposti dalle strozzature della linea attuale relative alle tratte a binario unico.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV0500 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>4</p>

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO ED INPUT PROGETTUALI

Si riporta nel seguito l'elenco delle disposizioni legislative adottate per la definizione geometrico-funzionale della viabilità.

### 2.1 PROGETTO STRADALE

- Nuovo Codice della Strada di cui al D.Lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 e s.m.i.;
- Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992 e s.m.i.;
- C.N.R. 78/80 "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane";
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada" e s.m.i.;
- D.M. 05/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e s.m.i.;
- D.M. 22/04/2004: "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»" e s.m.i.;
- D.M. 19/04/2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" e s.m.i.;
- Direttiva 777 del 27/04/2006 del Ministero dei Trasporti.

### 2.2 BARRIERE DI SICUREZZA 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 e s.m.i..
- 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 e s.m.i..
- 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 e s.m.i.
- D.M. 21/06/2004: "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" e s.m.i.;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" e s.m.i.;

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV0500 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>5</p>

- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: “Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l’installazione e la manutenzione” e s.m.i..
- 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 " e s.m.i.
- 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 e s.m.i.
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04) - Barriere stradali di sicurezza. D.M. 21 giugno 2004 e s.m.i.;
- D.M. 01/04/2019 – Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM).

### 2.3 SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE

- Nuovo Codice della Strada di cui al D.Lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 e s.m.i.;
- Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992 e s.m.i.;
- Direttiva n. 1156 del 28 febbraio 1997 "Caratteristiche della segnaletica da utilizzare per la numerazione dei cavalcavia sulle autostrade e sulle strade statali di rilevanza internazionale" e s.m.i..
- DM 777 del 27.04.2006 “Seconda direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione.”

### 2.4 MANUALE DI PROGETTAZIONE RFI

- Manuale di Progettazione delle opere civili – parte II – sezione 2 (“Ponti e strutture”) - RFIDTCSIPSMMAIFS001C e s.m.i.
- Manuale di Progettazione delle opere civili – parte II – sezione 3 (“Corpo stradale”) - RFIDTCSICSMAIFS001C e s.m.i.
- Manuale di Progettazione delle opere civili – parte II – sezione 4 (“Gallerie”) - RFIDTCSIGAMAIFS001C e s.m.i.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b></p> <p><b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV0500 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>6</p>

### 3 ANALISI DELLO STATO ATTUALE

La viabilità attuale presenta criticità e si riscontrano diversi elementi di geometria stradale non conformi alla normativa per la tipologia di riferimento. In primis vi è la presenza di curve con raggi ridotti e comunque sempre prive di elementi di transizione.



**Figura 1 - Stato di fatto - Vista dall'alto**

Le intersezioni con degli accessi privati risultano o totalmente prive di visibilità, sottopasso autostradale vicino carreggiata, o si immettono con delle viabilità parallele costringendo gli utenti a manovre di 180° per immettersi sulla viabilità principale.



	<b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b>	COMMESSA  IV01	LOTTO  00	CODIFICA  D 26 RH	DOCUMENTO  NV0500 002	REV.  A	FOGLIO  7

Nella configurazione attuale pertanto si registra una difficoltà oggettiva per gli utenti, che porta a un problema di sicurezza stradale e quindi a un maggior rischio di incidenti.



**Figura 2 - Stato di fatto**

Inoltre, la completa assenza di attraversamenti pedonali e la mancanza del marciapiede, rendono la viabilità assai difficoltosa da percorrere e molto pericolosa per le utenze deboli.

Infine, la pavimentazione presenta evidenti segni di usura, risultando spesso sconnessa, e manca, in parte, una corretta regimentazione delle acque meteoriche, che provoca importanti problemi di sicurezza e una forte accelerazione dei fenomeni di deterioramento.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA <b>IV01</b></p>	<p>LOTTO <b>00</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 26 RH</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>NV0500 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>8</b></p>

## 4 SOLUZIONE PROGETTUALE

### 4.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento prevede a Sud dell'autostrada dei Fiori l'adeguamento di Corso Giotto, la realizzazione di una prima rotonda per regolare l'intersezione con la viabilità proveniente dall'attuale via per Toirano e la realizzazione di uno scatolare per sottopassare l'infrastruttura ferroviaria. Per sottopassare l'autostrada e consentire il collegamento tra le viabilità a Nord e a Sud dell'autostrada è prevista la realizzazione di uno scatolare tramite cui si sviluppa un breve tratto di collegamento tra la rotonda sopra citata ed una seconda rotonda che regola l'intersezione tra l'adeguamento di via Per Toirano, le viabilità di accesso secondarie e la WBS GA09.

Dal punto di vista normativo l'intervento è classificato come adeguamento di una viabilità esistente e pertanto il progetto è stato sviluppato in accordo con il DM n. 147 del 22/04/2004.

Ai sensi del codice della strada, la NV05 è classificata come è classificata come "Strada locale urbana di Categoria F". La strada è ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia da 3,50 m (dimensioni aumentate per consentire il transito del TPL) e banchine laterali da 0,5 m, di modo che la larghezza complessiva della piattaforma risulti pari a 8,00 metri. Su entrambi i lati sono previsti un marciapiedi di larghezza 1,50 m.

Date le caratteristiche plano-altimetriche la velocità di progetto della NV05A è stata posta a 60km/h, corentemente con strade della medesima categoria secondo il DM2001. Il limite amministrativo è stato imposto pari a 50 km/h, dato il contesto in cui si inserisce e coerentemente con le condizioni attuali.

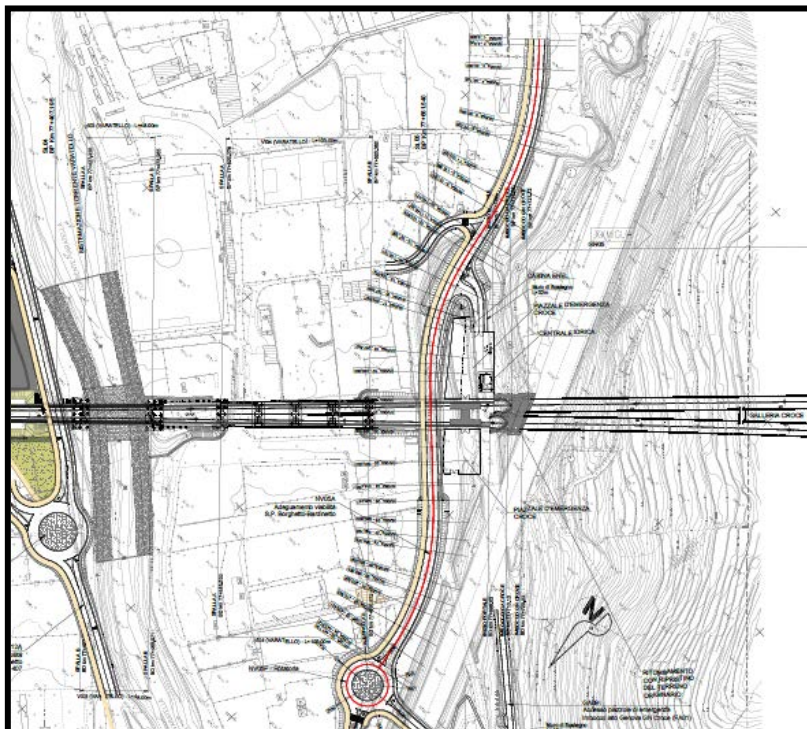


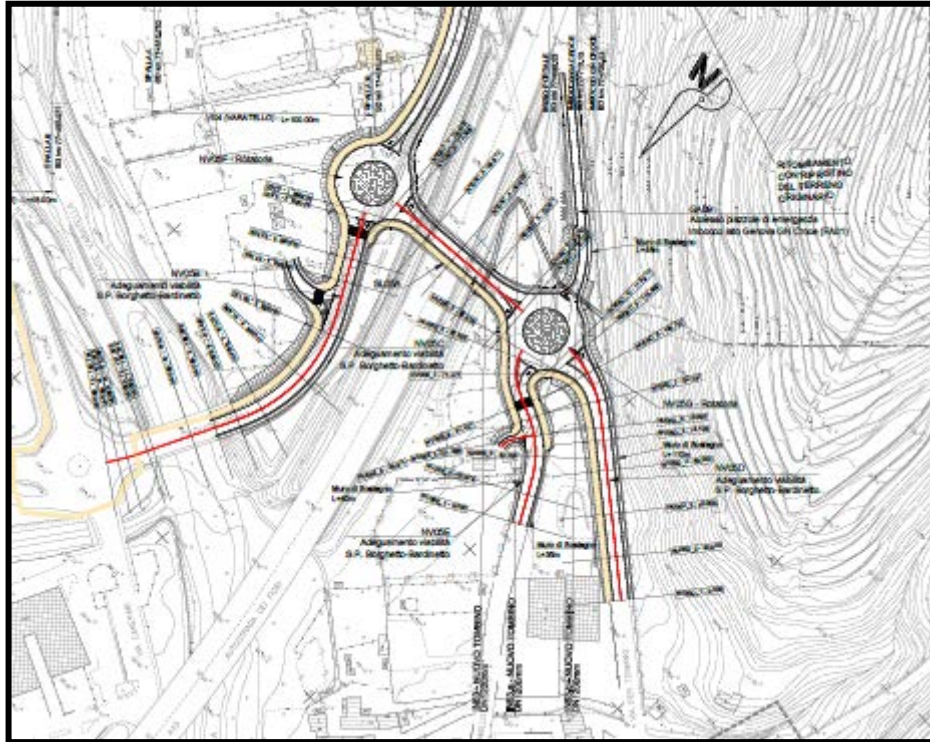
Figura 3 - Stato di Progetto



**PROGETTO DEFINITIVO**

**NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto**  
**Relazione di Sicurezza stradale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 RH	NV0500 002	A	9



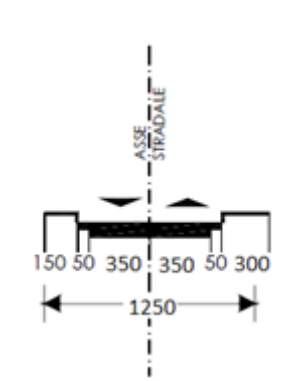
**Figura 4 - Stato di Progetto**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO NV0500 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 10</p>

## 4.2 Sezione tipo di progetto

### 4.2.1 Sezione tipo

Il tratto di viabilità in progetto è classificata come adeguamento di una strada esistente in accordo con il DM 22/04/2004. La sezione scelta è quella di una strada di categoria F in ambito urbano in accordo con il DM 05/11/2001 e presenta una carreggiata di larghezza pari a 8.00 m, con corsia da 3.50 m e 0.50 di banchina per ambo i sensi di marcia. Agli estremi della carreggiata sono previsti marciapiedi di larghezza 1,50 m. o 3,00 m. nel caso di realizzazione di una pista ciclopedonale:



**Figura 5 - Sezione tipo di Progetto- Categoria F in ambito urbano con corsie da 3.50m**

Per il dettaglio delle sezioni tipo stradali si rimanda agli elaborati specifici del presente progetto definitivo di seguito elencati:

Sezioni tipo stradali Tav. 1/3	1:50	IV0I00D26WBNV0000001
Sezioni tipo stradali Tav. 2/3	1:50	IV0I00D26WBNV0000002
Sezioni tipo stradali Tav. 3/3	1:50	IV0I00D26WBNV0000003

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV0500 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>11</p>

## 5 ANALISI DELLA SICUREZZA DELL'ASSE DI PROGETTO

### 5.1 Premessa metodologica

Ai sensi dell'art. 4 del DM 22.04.2004, l'analisi di sicurezza da redigere a corredo del progetto di interventi di adeguamento delle strade esistenti deve analizzare gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza.

Questa dimostrazione può avvenire secondo una procedura quantitativa, semiquantitativa o qualitativa.

L'analisi quantitativa della sicurezza di un intervento viene comunemente svolta mediante la stima dell'incidentalità attesa nella configurazione di adeguamento proposta in progetto ad un definito orizzonte temporale ed il confronto con l'incidentalità attesa allo stesso orizzonte temporale per la strada nella configurazione esistente.

L'adozione di questa procedura richiede l'uso di opportuni modelli previsionali per la stima dell'incidentalità nella nuova configurazione di progetto, adeguatamente calibrati per consentire il confronto dei dati previsionali con i dati di incidenti osservati sulla rete esistente. In alternativa, è necessario conoscere le caratteristiche geometriche, di traffico e di incidenti storici della rete esistente interessata dall'intervento, per poter operare un confronto su dati previsionali applicati alle due configurazioni infrastrutturali allo studio (rete in progetto e rete esistente).

Uno dei criteri più avanzati per questo tipo di analisi considera l'adozione del metodo pubblicato nel "Highway Safety Manual" americano (HSM, v. § 2), con l'approccio Empirico-Bayesiano (EB).

Tuttavia, il progetto in esame presenta particolari elementi di complessità nell'applicazione di questo criterio, per la necessità d'impiego di modelli previsionali, prevalentemente di origine internazionale e di cui non risulta ancora disponibile una calibrazione a livello nazionale, e per l'assenza di dati diffusi sulle caratteristiche della rete esistente interessata dall'intervento in forma diretta o indiretta.

Tenuto conto di questi elementi, ostativi all'adozione di un approccio di analisi puramente quantitativa, si è optato per un approccio semi-quantitativo, mediante:

- individuazione degli elementi caratterizzanti l'intervento in esame ed individuazione degli effetti attesi sulla sicurezza, sulla base delle evidenze sperimentali riportate nella letteratura tecnica internazionale;
- analisi di dettaglio degli elementi di incongruenza del progetto rispetto alla normativa d'indirizzo, finalizzata ad individuare i fattori di vulnerabilità del progetto, potenzialmente forieri di abbassamento del livello di sicurezza atteso rispetto all'obiettivo cui deve tendere la progettazione;
- individuazione delle possibili misure di mitigazione del rischio utili a contrastare i fattori di vulnerabilità del progetto.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b></p> <p><b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV0500 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>12</p>

L'analisi al primo punto (trattata al successivo § 5.2) ha lo scopo di verificare che il progetto, nel suo complesso, sia in grado di produrre un innalzamento del livello di sicurezza rispetto alla condizione esistente.

Tale verifica avviene attraverso l'utilizzo di alcuni coefficienti chiamati Fattori di Modificazione degli Incidenti (CMF-Crash Modification Factors) che rappresentano la variazione relativa della frequenza di incidentalità prevista a causa di una variazione di una specifica condizione. Ovvero, i CMF rappresentano il rapporto tra le frequenze di incidentalità di un sito in due condizioni diverse, pertanto un CMF può considerarsi quale stima dell'effetto di una particolare caratteristica geometrica o di controllo del traffico, o come stima dell'efficacia di un particolare trattamento.

Di fatti:

$$CMF = \frac{\text{Frequenza media di incidenti stimata nella condizione B}}{\text{Frequenza media di incidenti stimata nella condizione A}}$$

Per cui:

- CMF = 1 → La frequenza media di incidenti non cambia;
- CMF < 1 → La frequenza media di incidenti diminuisce, quindi la configurazione esaminata rappresenta un miglioramento della sicurezza stradale rispetto alla condizione base (SPF);
- CMF > 1 → La frequenza media di incidenti aumenta, quindi la configurazione esaminata rappresenta un peggioramento della sicurezza stradale rispetto alla condizione base (SPF).

L'analisi al secondo e terzo punto (trattata al successivo § 5.3) ha lo scopo di evidenziare l'entità del discostamento della soluzione di progetto dalle prestazioni ottenibili con un progetto pienamente aderente ai requisiti della norma d'indirizzo cui deve tendere la progettazione, e le misure di integrazione al progetto, raccomandabili per ridurre o (meglio) annullare questo discostamento.

## 5.2 Applicazione metodologia HSM

Per quanto rappresentato nel § 4.1, l'intervento in progetto comprende la realizzazione di un nuovo asse stradale parzialmente in variante e parzialmente in sede rispetto all'esistente, con adeguamento della sezione stradale mediante revisione delle dimensioni della piattaforma e con adeguamento (ampliamento) delle dimensioni delle banchine laterali e delle corsie di marcia.

Infine, ulteriori incrementi sulla sicurezza per tutte le componenti di traffico sono garantiti da:

- inserimento raccordi di transizione;
- larghezza corsie;

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV0500 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>13</p>

- allargamento/inserimento banchine;
- rifacimento della pavimentazione;
- rifacimento della rete di drenaggio;
- rifacimento della segnaletica orizzontale e verticale.

Per quanto riguarda la sovrastruttura stradale, è stata adottata una configurazione composta dai seguenti strati:

**PAVIMENTAZIONE DI TIPO 1** (per strade F urbane ed extraurbane e rotonde):

- Fondazione in misto granulare stabilizzato con legante naturale – 30 cm.
- Strato di base – 10 cm.
- Strato di collegamento (binder) – 6 cm.
- Strato di usura– 4 cm.

Per la pavimentazione dei marciapiedi è stata adottata la seguente configurazione:

**PAVIMENTAZIONE A MASSELLI AUTOBLOCCANTI:**

- Pavimentazione in masselli autobloccanti color rosso porfido, sp. 6 cm;
- Letto in pietrischetto, sp. 4 cm;
- Fondazione in calcestruzzo con rete elettrosaldata, sp. 15 cm;
- Sottofondazione in misto granulare stabilizzato, sp 30 cm;
- Geotessile.

Le caratteristiche granulometriche (e litologiche) degli inerti impiegati consente a questo tipo di pavimentazione di fornire prestazioni di assoluto livello in termini di durabilità, stabilità e resistenza alle deformazioni, rugosità superficiale e resistenza all'ormaiamento, con prestazioni di sicurezza notevolmente maggiori di quelle preesistenti.

I risultati delle verifiche svolte dal progettista stradale indicano che gli elementi geometrici sottoposti a verifica risultano coerenti con le prescrizioni della normativa di riferimento e tale, quindi, da garantire prestazioni di sicurezza con lo standard di progettazione attuale. Per approfondire la tematica si invita alla consultazione dell'elaborato IV0ID26RHN0000001A "Relazione di calcolo sovrastrutturale stradale".

In prossimità delle curve la visibilità viene garantita da opportuni allargamenti delle banchine.



**PROGETTO DEFINITIVO**

**NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-  
Bardinetto  
Relazione di Sicurezza stradale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 RH	NV0500 002	A	14

Il dettaglio dell'analisi delle caratteristiche del progetto rispetto ai requisiti della normativa d'indirizzo è illustrato nell'elaborato IV0ID26RHNV0500001A "Relazione tecnica del tracciato".

Al fine di analizzare gli effetti attesi sulla sicurezza da parte degli interventi di progetto, di seguito sono riportati i CMF indicati dall'HSM che risultano essere più significativi per stimare il generale incremento della sicurezza dato dagli interventi di progetto rispetto alle condizioni esistenti.

Tutti i CMF introdotti di seguito sono il risultato di analisi ed esperimenti rivolti all'ambito extraurbano.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b>	COMMESSA  IV01	LOTTO  00	CODIFICA  D 26 RH	DOCUMENTO  NV0500 002	REV.  A	FOGLIO  15

### 5.2.1 CMF Inserimento raccordi di transizione:

Nel progetto è previsto l'inserimento di clotoidi. L'effetto prodotto è sicuramente positivo in termini di sicurezza della circolazione in quanto:

- riducono il contraccolpo;
- favoriscono la riduzione della velocità di rotazione dovuta alla variazione della pendenza trasversale;
- favoriscono la percezione della curva;
- riducono le dispersioni di traiettoria.

$$CMF_{3r} = \frac{(1.55 \times L_c) + \left(\frac{80.2}{R}\right) - (0.012 \times S)}{(1.55 \times L_c)}$$

dove:

- Lc = Lunghezza della curva, comprese le clotoidi (miglia)
- R = Raggio della curva (ft)
- S = Presenza della clotoide (1 se presente, 0 se assente)

**Figura 6 - CMF Formula inserimento raccordi di transizione**

### 5.2.2 CMF Larghezza corsie:

Rispetto allo stato di fatto (v. Figura 2), si è modificata la sezione trasversale della piattaforma di modo che la larghezza complessiva della piattaforma risulti pari a 8,00 metri. Tale modifica apporta benefici significativi alla circolazione.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b>	COMMESSA  IV01	LOTTO  00	CODIFICA  D 26 RH	DOCUMENTO  NV0500 002	REV.  A

Lane Width	Average Annual Daily Traffic (AADT) (veh/day)		
	< 400	400 to 2000	> 2000
9 ft or less	1.04	$1.04 + 2.13 \times 10^{-4}(AADT-400)$	1.38
10 ft	1.02	$1.02 + 1.31 \times 10^{-4}(AADT-400)$	1.23
11 ft	1.01	$1.01 + 1.88 \times 10^{-5}(AADT-400)$	1.04
12 ft or more	1.00	1.00	1.00

NOTE: The collision types related to lane width to which these CMFs apply are single-vehicle run-off-the-road and multiple-vehicle head-on, opposite-direction sideswipe, and same-direction sideswipe crashes. Standard error of the CMF is unknown. To determine the CMF for changing lane width and/or AADT, divide the "new" condition CMF by the "existing" condition CMF.

**Figura 7 - CMF Larghezza corsie**

### 5.2.3 CMF Allargamento/inserimento banchine:

Le nuove banchine in progetto, di larghezza pari a 0.50 m, decrementano il CMF afferente, migliorando la sicurezza percepita dall'utente.

Shoulder Width	AADT (vehicles per day)		
	< 400	400 to 2000	> 2000
0 ft	1.10	$1.10 + 2.5 \times 10^{-4}(AADT - 400)$	1.50
2 ft	1.07	$1.07 + 1.43 \times 10^{-4}(AADT - 400)$	1.30
4 ft	1.02	$1.02 + 8.125 \times 10^{-5}(AADT - 400)$	1.15
6 ft	1.00	1.00	1.00
8 ft or more	0.98	$0.98 - 6.875 \times 10^{-5}(AADT - 400)$	0.87

Note: The collision types related to shoulder width to which this CMF applies include single-vehicle run-off the-road and multiple-vehicle head-on, opposite-direction sideswipe, and same-direction sideswipe crashes.

**Figura 8 - CMF Allargamento/inserimento banchine**

### 5.2.4 CMF Segnaletica orizzontale e attraversamenti pedonali:

Come riportato nell'analisi dalla strada esistente, si evidenzia una carenza di requisiti prestazionali della segnaletica orizzontale, soprattutto in termini di visibilità. Per valutare gli effetti in termini di sicurezza stradale della condizione di progetto, che prevede l'utilizzo di segnaletica orizzontale con standard qualitativi idonei alla

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b>	COMMESSA  IV01	LOTTO  00	CODIFICA  D 26 RH	DOCUMENTO  NV0500 002	REV.  A	FOGLIO  17

normativa di settore, si considera il CMF relativo alla condizione installazione di strisce di margine e striscia centrale, contenuto nell’HSM, e riportato nella seguente tabella.

**Table 13-40.** Potential Crash Effects of Installing Edgelines, Centerlines, and PMDs (8)

Treatment	Setting (Road Type)	Traffic Volume	Crash Type (Severity)	CMF	Std. Error
Install edgelines, centerlines, and PMDs	Urban/Rural (Two-lane/multilane undivided)	Unspecified	All types (Injury)	<b>0.55</b>	<b>0.1</b>
Base Condition: Absence of markings.					

**Figura 9 - CMF Segnaletica orizzontale e attraversamenti pedonali**

Il CMF in esame nelle condizioni di progetto assume perciò un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente. Inoltre, la realizzazione di attraversamenti pedonali con apposita zebra riporta, secondo il “TRL. Monitoring of Local Authority Safety Schemes (MOLASSES) Database. Crowthorne, UK”, un CMF pari a 0.64. Anch’esso quindi indicatore di un incremento delle condizioni di sicurezza.

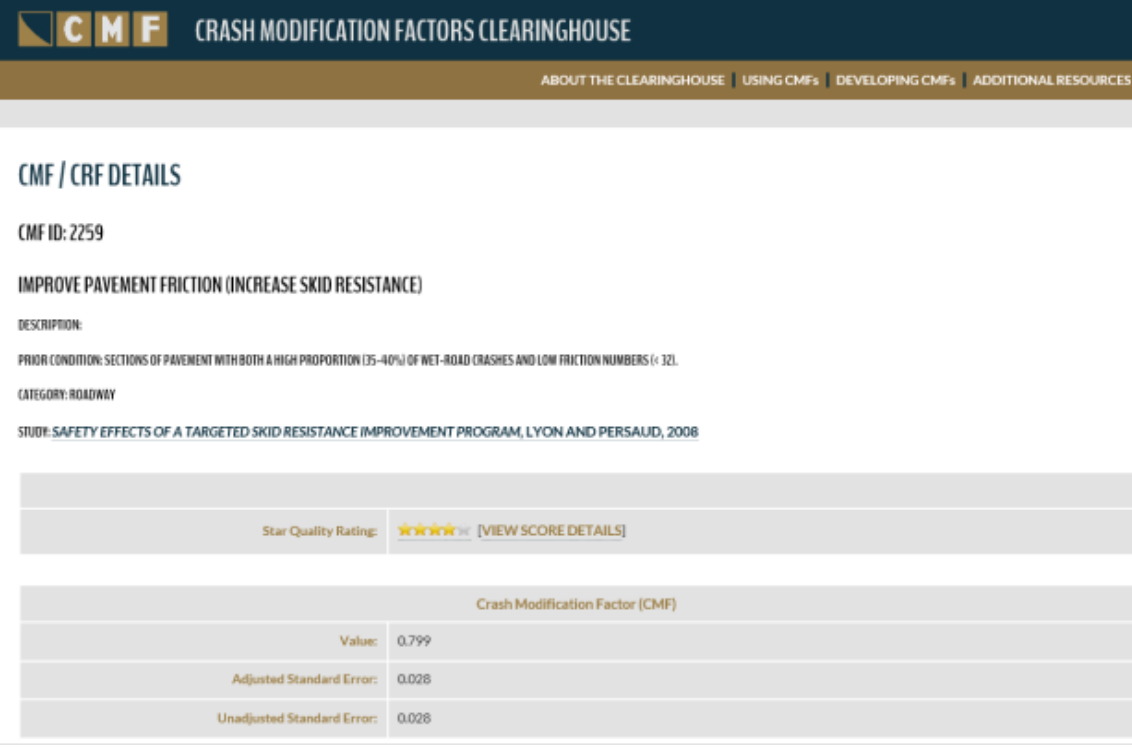
#### 5.2.5 CMF Pavimentazione:

All’interno dell’Highway Safety Manual non si fa riferimento a CMF applicabili a miglioramenti della pavimentazione. Tuttavia, la metodologia dell’HSM rimanda alla letteratura tecnica di settore e studi di ricerca per tematiche non affrontate nell’attuale versione del manuale. In tali casi, l’HSM autorizza l’utilizzo di CMF derivanti da studi pubblicati su “CMF Clearinghouse del U.S. Department of Transportation Federal”.

Nell’ambito della condizione esistente, si è tenuto conto di un valore del CMF relativo alla pavimentazione unitario. Ovvero, rappresentativo delle “condizioni base dell’HSM”. Mentre, per tener conto del miglioramento delle caratteristiche prestazionali della pavimentazione previsto negli interventi di progetto, in considerazione alla tipologia di strada esaminata, si è considerato un valore di CMF riportato di seguito.

$$\text{CMF} = 0.799$$

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> - <b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV0500 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>18</p>



**CMF / CRF DETAILS**

CMF ID: 2259

**IMPROVE PAVEMENT FRICTION (INCREASE SKID RESISTANCE)**

DESCRIPTION:

PRIOR CONDITION: SECTIONS OF PAVEMENT WITH BOTH A HIGH PROPORTION (25-40%) OF WET-ROAD CRASHES AND LOW FRICTION NUMBERS (< 32L)

CATEGORY: ROADWAY

STUDY: SAFETY EFFECTS OF A TARGETED SKID RESISTANCE IMPROVEMENT PROGRAM, LYON AND PERSAUD, 2008

Star Quality Rating: **★★★★** [VIEW SCORE DETAILS]

Crash Modification Factor (CMF)	
Value:	0.799
Adjusted Standard Error:	0.028
Unadjusted Standard Error:	0.028

**Figura 10 - CMF Pavimentazione**

Come riportato nella tabella precedente, il CMF in esame assume un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.

### 5.2.6 *CMF Interventi di sostituzione di intersezioni a raso con Rotatorie:*

Con riferimento al beneficio atteso dalla sostituzione di una intersezione a “T” con una rotatoria, per quanto riportato dal HSM risulta che alla trasformazione di un’intersezione tradizionale (con regolazione mediante segnaletica di precedenza) con una rotatoria di tipo moderno, è associabile un valore di CMF comunque inferiore all’unità (Figura 7), cui corrisponde una riduzione d’incidentalità attesa, e che nel caso specifico (intersezione in ambito urbano) è quantificato in 0,40 (riduzione del 60%) per incidenti gravi.

Da questo intervento, oltre alla riduzione del numero di eventi, da letteratura tecnica risulta prevedibile anche una modifica nella ripartizione della tipologia di incidenti, talché la riduzione risulterebbe particolarmente favorevole agli incidenti per urto laterale (comunemente di conseguenze più gravi) rispetto agli incidenti per tamponamento (“rear-end”).



**PROGETTO DEFINITIVO**

**NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto**  
**Relazione di Sicurezza stradale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 RH	NV0500 002	A	19

Potential Crash Effects of Converting a Signalized Intersection into a Modern Roundabout (29)

Treatment	Setting (Intersection Type)	Traffic Volume	Crash Type (Severity)	CMF	Std. Error
Convert signalized intersection to modern roundabout	Urban (One or two lanes)	Unspecified	All types (All severities)	<b>0.99*</b>	<b>0.1</b>
			All types (Injury)	<b>0.40</b>	<b>0.1</b>
	All types (All severities)		<b>0.33</b>	<b>0.05</b>	
	All types (All severities)		<b>0.52</b>	<b>0.06</b>	
	All types (Injury)		<b>0.22</b>	<b>0.07</b>	

Base Condition: Signalized intersection.

NOTE: Bold text is used for the most reliable CMFs. These CMFs have a standard error of 0.1 or less.

\*Observed variability suggests that this treatment could result in an increase, decrease, or no change in crashes. See Part D—Introduction and Applications Guidance.

The study from which this information was obtained does not contain information related to the posted or observed speeds at or on approach to the intersections that were converted to a modern roundabout.

**Figura 11 - CMF Interventi di sostituzione di intersezioni a raso con Rotatorie**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p><b>NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-Bardinetto</b> <b>Relazione di Sicurezza stradale</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 26 RH</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>NV0500 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>20</p>

### 5.3 Analisi delle caratteristiche del progetto rispetto ai requisiti della normativa d'indirizzo

#### 5.3.1 Verifica di rispondenza del progetto ai requisiti della normativa d'indirizzo

L'intervento in progetto, come detto in premessa, è un adeguamento di strada esistente, e pertanto la norma cogente è il DM 22.04.2004. Ciò consente, sotto controllate condizioni, di potersi discostare dalle indicazioni della norma valida per la costruzione di nuove strade, rappresentata dal DM 5.11.2001, con l'unico vincolo di raggiungere comunque un miglioramento della sicurezza della strada esistente. Il progetto è stato sottoposto a verifica ed esaminato sotto il punto di vista della sicurezza della circolazione stradale, ed è rispondente con le indicazioni del DM 5.11.2001 (con la sola limitazione della velocità di progetto massima) e del DM 19.04.2006. Le verifiche non soddisfatte sono riferite ad elementi per i quali o non è applicabile, in corrispondenza di intersezioni o porzioni di elementi di strada esistente, oppure a fattori che non hanno implicazioni sulla sicurezza stradale, sviluppo elementi o criteri ottici, che considerando la situazione morfologica e la brevità dell'intervento non è stato possibile adeguare. Per la consultazione delle verifiche di tracciato eseguite in rispondenza al DM 5.11.2001 si fa riferimento alla "Relazione tecnica del tracciato IV0ID26RHN0500001.

Data la brevità dell'intervento e tenendo conto delle caratteristiche della strada, coerentemente con il limite di velocità in ambito urbano e con le normali velocità di percorrenza, la velocità di progetto massima adottata è stata infatti pari a 60 km/h. Anche il limite amministrativo è stato coerentemente imposto pari a 50 km/h.

Tenuto conto che la coerenza delle prestazioni di sicurezza della strada in progetto con lo standard definito dal DM 5.11.2001 dipende dal rispetto da parte degli utenti del limite di velocità e che questo è in linea con le strade di ambito urbano, nella successiva fase progettuale potranno essere condotte ulteriori valutazioni su se e dove posizionare delle postazioni di rilevamento delle velocità praticate, con sanzionamento delle infrazioni.

Il sistema di rilevazione delle velocità potrà essere utilmente integrato con pannelli luminosi di segnalazione agli utenti della velocità praticata.

Si potrà inoltre valutare la possibilità di adottare segnaletica orizzontale con rallentatori ottici di velocità ai sensi dell'art. 179 commi da 1 a 3 del regolamento di attuazione del Codice della strada e un ulteriore rafforzamento della segnaletica orizzontale e verticale.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**NV05 - Adeguamento viabilità- S.P. Borghetto-  
Bardinetto**  
**Relazione di Sicurezza stradale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 RH	NV0500 002	A	21

## 6 CONCLUSIONI

L'analisi di sicurezza del progetto nel suo insieme ha valutato tutti gli interventi facendo emergere che il progetto è in grado di produrre, nel suo complesso, un netto miglioramento delle condizioni di sicurezza della rete viaria oggetto d'intervento rispetto alla configurazione esistente, sulla base delle evidenze sperimentali riportate in letteratura.

L'analisi di dettaglio ha verificato che, assumendo una velocità di progetto massima di 60 km/h, gli elementi geometrici planimetrici e altimetrici dell'asse sono conformi ai requisiti del DM 5.11.2001 (che costituisce normativa d'indirizzo per il progetto in esame).

L'adozione di una velocità di progetto viene accompagnata da interventi di segnaletica, di nuova pavimentazione, di barriere, che contribuiscono al miglioramento della sicurezza stradale e che consentono di ottenere in progetto prestazioni di sicurezza coerenti con quelle ottenibili con una piena rispondenza ai requisiti della norma d'indirizzo, in ossequio a quanto richiesto dall'art. 1 del DM 22.04.2004.