

allegato n.

3

titolo abbreviato:

SP EX SS N 415 - LOTTO 3



**PROVINCIA DI CREMONA**  
**SETTORE INFRASTRUTTURE STRADALI**

**S.P. ex S.S. n. 415 "PAULLESE"**  
**AMMODERNAMENTO TRATTO "CREMA-SPINO D'ADDA"**

**LOTTO N. 3 - "NUOVO PONTE SUL FIUME ADDA"**  
**LAVORI DI RADDOPPIO DEL PONTE SUL FIUME ADDA**  
**E DEI RELATIVI RACCORDI IN PROVINCIA DI CREMONA E LODI**

0	prima emissione		GENNAIO 2016
emissione	descrizione	disegnato	data emissione
livello: <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		codice CUP: <b>G41B03000270002</b>	
elaborato: <b>RELAZIONE DI CUI ALLA D.G.R. N. VIII/3219 DEL 27.09.2006</b>		codice: <b>SS415-D-U-120</b>	
		allegato n.:	scala:
		<b>3</b>	
IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	IL PROGETTISTA GENERALE	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	data <b>27 MAG. 2016</b>
(Ing. Davide Pisana) 	(Ing. Davide Pisana) 	(Ing. Roberto Vanzini) 	
Percorso file: U:\lavori\09\Projects\SS415\PONTE SPINO\Definitivo_CR100_COPERTINE.dwg			

## **PREMESSA**

Il progetto di potenziamento e riqualificazione della S.P. ex S.S. n. 415 "Paullese" prevede il raddoppio della carreggiata dell'esistente infrastruttura, ottenendo un nuovo calibro trasversale idoneo ai volumi di traffico attuali ed a quelli che si svilupperanno nel prossimo futuro, garantendo migliori condizioni di percorribilità e di sicurezza all'utenza.

La presente relazione analizza le caratteristiche tecnico-funzionali del tracciato di progetto ed illustra i provvedimenti assunti per garantire sull'arteria, oltre al miglioramento dell'attuale livello di servizio, anche l'innalzamento degli standard di sicurezza attribuibili alla ex S.S. n. 415 ammodernata.

## **CRITICITÀ DEL TRACCIATO ATTUALE NEI CONFRONTI DELLA SICUREZZA STRADALE**

L'itinerario della ex S.S. n. 415, costituente il principale collegamento stradale "Milano – Crema – Cremona", è interessato da elevati flussi di traffico, che, hanno determinato negli anni scorsi la scelta di procedere ad allargare la sede stradale da Milano a Crema, in modo da realizzare due corsie per ogni senso di marcia, aumentando, di conseguenza, il livello di servizio dell'infrastruttura.

Il tracciato esistente si sviluppa in un ambito per lunghi tratti urbanizzato e presenta un andamento pressoché rettilineo, con immissioni dirette delle attività disposte lungo l'arteria nelle tratte non ancora riqualificate a strada extraurbana secondaria di tipo "B".

L'attuale necessità di effettuare – nelle tratte non ancora riqualificate – manovre di svolta a sinistra per l'accesso alle strade laterali e/o per la vodagione alle proprietà private costituisce, di fatto, una potenziale situazione di conflitto in termini di sicurezza stradale, che si aggrava ulteriormente nei periodi autunno-inverno a causa dei frequenti fenomeni di nebbia.

Tali condizioni giustificano in concreto l'elevata sinistrosità dell'arteria riscontrata nelle statistiche all'uopo costruite.

## **MIGLIORAMENTO FUNZIONALE DELLA CIRCOLAZIONE ED INNALZAMENTO DELLA SICUREZZA DELL'OPERA IN PROGETTO**

L'opera in progetto si sviluppa:

- nel Comune di Spino d'Adda (CR), dove si raccorda all'esistente ex S.S. n. 415 allargata di recente dalla Provincia di Cremona;
- nel Comune di Zelo Buon Persico (LO), dove si raccorda nei pressi della località Bisnate all'esistente ex S.S. n. 415 ancora ad una corsia per ogni senso di marcia.

L'opera, della lunghezza complessiva di 1.593 m circa, prevede il raddoppio della carreggiata dell'esistente infrastruttura.

L'attraversamento del fiume Adda avverrà mediante la costruzione di un nuovo ponte con impalcato metallico, affiancato all'esistente in c.a., da utilizzare per il transito nel senso di marcia "Milano -> Cremona".

Il ponte esistente in c.a., su cui verranno realizzate le necessarie opere di manutenzione e

consolidamento, continuerà ad essere utilizzato per il transito nel senso di marcia "Cremona → Milano".

Il ponte storico di Bisnate ("Asburgico"), in ottemperanza alle prescrizioni impartite in fase autorizzativa dal C.I.P.E., verrà consolidato ed utilizzato in entrambi i sensi di marcia come percorso per le utenze vulnerabili (pedoni e ciclisti); inoltre, ne sarà consentito l'utilizzo in condizioni di sicurezza ai mezzi deputati alla sua manutenzione ed eventualmente ad alcuni mezzi agricoli.

L'ammodernamento in progetto comporterà l'eliminazione delle intersezioni a raso con l'attuale arteria stradale.

Saranno, altresì, realizzate delle strade di servizio per garantire la continuità viaria comunale e podereale.

Il raddoppio adeguerà la sezione tipo all'allegato n. 1 approvato con deliberazione di Giunta Regionale n. VIII/3219 del 27.09.2006 (in seguito per brevità D.G.R.) secondo la **tipologia "B" – Strade extraurbane principali**.

Tale impostazione prevede:

- nel tratto in Provincia di Cremona, una sezione caratterizzata da due carreggiate separate, ciascuna con due corsie da 3,75 m per senso di marcia, banchine pavimentate esterne da 1,00 m, banchine pavimentate interne da 1,00 m e spartitraffico centrale da 2,50 m;
- nel tratto in Provincia di Lodi, una sezione caratterizzata da due carreggiate separate, ciascuna con due corsie da 3,75 m per senso di marcia, banchine pavimentate esterne da 1,75 m, banchine pavimentate interne da 1,00 m e spartitraffico centrale da 2,50 m.

Ad eccezione della parte in affiancamento ai muri di sostegno lato Cremona, a margine delle banchine pavimentate sono previste banchine non transitabili, di larghezza pari a 1,25 m, di cui 0,50 m in stabilizzato e 0,75 m in terra tipo A6/A7, con una pendenza trasversale del 4,00%.

Le corsie di ogni carreggiata mantengono, sia in rettilineo che in curva, una sagoma a singola falda con una pendenza trasversale in rettilineo del 2,50% ed una pendenza massima in curva del 6,00%.

La capacità, che si viene a determinare per l'arteria con l'intervento in progetto, appare adeguata anche in relazione ai flussi di traffico stimati negli scenari futuri prospettati, sia per l'incremento delle corsie disponibili che per l'eliminazione dei punti di interferenza/conflicto che penalizzano la strada.

La doppia corsia agevola le manovre di sorpasso, aumentando la velocità commerciale e garantendo la scorrevolezza dell'arteria, contribuendo così a garantire una maggiore sicurezza stradale.

Con l'adeguamento della S.P. ex S.S. n. 415 "Paullese", le strade di servizio disposte a margine della stessa svolgono una funzione di raccolta del traffico dalle proprietà private e dalla viabilità minore, che non avrà più accessi diretti all'infrastruttura riqualificata.

Gli interventi in progetto realizzano, quindi, un incremento della funzionalità dell'arteria e concorrono ad aumentare gli standard di sicurezza rispetto alla situazione *ante operam*.

In particolare, il miglioramento delle condizioni di sicurezza stradale è evidenziato dalla

razionalizzazione e separazione dei flussi di traffico, che avverrà con l'eliminazione dei punti di conflitto per le svolte a sinistra e delle intersezioni a raso.

Infine, la presenza dello spartitraffico centrale, che divide le carreggiate dei due sensi di marcia, garantisce la sicurezza nelle manovre di sorpasso ed evita il conflitto con i veicoli provenienti nel senso opposto di marcia in caso di svio.

### Le barriere di sicurezza stradale

In conformità al D.M. LL.PP. del 03.06.1998, integrato e modificato dal D.M. LL.PP. dell'11.06.1999 e dal D.M. n. 2367 del 21.06.2004, la scelta delle barriere di sicurezza da adottare è avvenuta 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: per T.G.M.  $\leq 1.000$  con qualsiasi percentuale di veicoli merci o per T.G.M.  $> 1.000$  con la presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 t non superiore al 5% del totale;
- traffico tipo II: quando, con T.G.M.  $> 1.000$ , la presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 t è compresa tra il 5% ed il 15% del totale;
- traffico tipo III: quando, con T.G.M.  $> 1000$ , la presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 t è maggiore del 15% del totale.

Per T.G.M. si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi di marcia.

La sottostante tabella riporta, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera, le classi minime di barriere da impiegare, con riferimento alla classificazione prevista dal D.Lgs. 285/1992 per definire la tipologia della strada di progetto:

TIPO DI STRADE	TRAFFICO	DESTINAZIONE		
		a spartitraffico*	b bordo laterale	c bordo ponte
- Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
-Strade extraurbane secondarie ( C )	I	H1	N2	H2
- Strade urbane Di scorrimento (D)	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

Con l'intervento in progetto la ex S.S. n. 415 sarà classificata come strada extraurbana principale di tipo B ed il traffico considerato è stato equiparato al livello tipo III, tenendo conto in tale scelta dei possibili scenari futuri, che potrebbero generare ulteriori incrementi di traffico.

In funzione dei sopraindicati criteri si sono disposte le seguenti tipologie di barriere nelle diverse situazioni presenti:

- barriera H4b New–Jersey spartitraffico in c.a. al centro della piattaforma stradale;
- barriera H2 bordo laterale in acciaio in presenza di margini laterali con e senza ostacoli;
- barriera H3 bordo laterale in acciaio in continuità ai passaggi sui cordoli delle opere d'arte (esistente sottopasso di Spino d'Adda e sottopasso per Bisnate) per garantire la lunghezza minima di funzionamento in caso di installazione di barriere bordo ponte classe H4 per sviluppi inferiori a quelle corrispondenti al crash–test e come elementi di transizione tra la barriera bordo ponte in classe H4 e la barriera bordo laterale in classe H2;
- barriera H4 bordo ponte in acciaio lungo i margini esterni di entrambe le carreggiate in corrispondenza del ponte sul fiume Adda ed in presenza dei passaggi sui cordoli delle opere d'arte (esistente sottopasso di Spino d'Adda e sottopasso per Bisnate);
- barriera H4b New–Jersey bordo ponte in c.a. lungo i margini interni di entrambe le carreggiate in corrispondenza del ponte sul fiume Adda;
- barriera H3 bordo ponte in acciaio in corrispondenza dei passaggi sui cordoli delle opere d'arte (muri di sostegno, muri di testate manufatti, ecc.).

L'arredo dell'impalcato e delle piste in affianco viene completato da recinzioni di altezza pari ad 1,00 m circa poste sui bordi esterni e da pannelli di rete parasassi in corrispondenza dei sottopassi per la protezione delle sottostanti sedi stradali.

## IL TRACCIATO STRADALE DELL'ASSE PRINCIPALE

### Distanze di visibilità

Per ottenere una marcia sicura è necessario che il conducente di un veicolo possa osservare almeno un tratto di strada di lunghezza pari allo spazio necessario per arrestarsi in caso di emergenza. Lungo il tracciato stradale è dunque essenziale garantire che la distanza di visuale libera, ossia la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione, sia maggiore a seconda dei casi, delle seguenti distanze:

- **distanza d'arresto;**
- **distanza di sorpasso.**

La manovra di sorpasso è direttamente collegata alla capacità della strada poiché, all'aumentare della percentuale di tracciato che consente il sorpasso, aumenta il flusso servito.

La distanza d'arresto, invece, è direttamente collegata alla sicurezza di circolazione, poiché tale distanza è lo spazio minimo necessario affinché un conducente possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto.

La suddetta distanza è funzione dei seguenti elementi:

- velocità del veicolo all'inizio della frenata;
- velocità finale del veicolo (trattandosi di distanza di arresto:  $V_{finale} = 0$ );

- pendenza longitudinale del tracciato;
- tempo complessivo di reazione del conducente;
- accelerazione di gravità;
- resistenza aerodinamica;
- massa del veicolo;
- quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenata.

Il progetto prevede l'adeguamento della sezione tipo alla D.G.R. secondo la tipologia "B"– Strade extraurbane principali; la velocità di progetto associata a tale strada è compresa tra 70 Km/h e 120 Km/h.

Le norme riportano il calcolo, al variare della velocità di percorrenza e delle pendenze longitudinali, delle distanze di visibilità per l'arresto ( $D_a$ ), come segue:

$$D_a = \frac{V_0}{3,6} \cdot \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \cdot \left( f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right) + \frac{R_a(V)}{m} + r_0(V)} dV$$

che, con le relazioni ed i valori riportati nelle tabelle di calcolo della D.G.R., restituisce rispettivamente  $D_a = 230$  m per pendenza longitudinale pari a 0% e  $D_a = 245$  m per pendenza longitudinale pari a -1,6% (per  $V_0 = 120$  Km/h).

Dall'analisi della geometria del tracciato la distanza di visibilità per l'arresto risulta, seppur limitatamente a qualche breve tratto, inferiore ai valori di cui sopra, pertanto, in fase di progetto esecutivo, verrà valutata la possibilità di imporre localmente un limite di velocità inferiore a quello normalmente previsto per strade di tipo "B" (110 km/h).

### Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale. Si costruisce, sulla base del solo tracciato planimetrico, calcolando per ogni elemento di esso l'andamento della velocità di progetto, che deve essere contenuta tra i limiti inferiore e superiore forniti dalla normativa.

Le vigenti norme di progettazione definiscono l'andamento della pendenza trasversale della piattaforma stradale in funzione del raggio della curva e della velocità di percorrenza massima da assegnare all'elemento planimetrico del tracciato.

Le considerazioni, che hanno condotto alla formulazione dell'abaco riportato nella D.G.R., sono riconducibili allo studio dell'equilibrio del veicolo transitante su una curva ed essenzialmente alla quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente.

Pertanto, assegnata la pendenza trasversale alla curva a raggio costante, dalle sopraccitate norme è possibile ricavare la velocità di percorrenza.

Il tracciato in questione è caratterizzato dalla presenza di elementi a curvatura fissa aventi

dimensione minima di 750 m.

La pendenza trasversale massima è riportata in corrispondenza della curva di raggio 750 (nel tratto dal km 1+254,58 al km 1+592,83).

Dall'analisi delle caratteristiche planimetriche e dal confronto con il diagramma riportato sulle norme di riferimento, è emerso che, dal punto di vista planimetrico, la velocità di percorrenza del tratto di strada in questione è sempre compresa all'interno dell'intervallo di velocità di progetto considerato.

### **Verifica delle perdite di tracciato**

Le zone in cui si possono verificare le cosiddette "perdite di tracciato" sono da ricercare in corrispondenza della coincidenza di flessi planimetrici e flessi altimetrici.

Nei tratti stradali dove si verifica tale coincidenza è probabile che la strada presenti dei punti in cui "sparisce" momentaneamente, per riapparire poco più avanti alla vista del conducente il veicolo.

Dall'esame della planimetria e del profilo di progetto non risulta che vi siano punti in cui si verifica la coincidenza di flesso planimetrico con il flesso altimetrico e, pertanto, possiamo concludere che non vi sono zone in cui si verificano "perdite di tracciato".