Progetto EasyWay Corvette

Nuove tecnologie e PMV per la corsia dinamica dell'A22

L'UTILIZZO DINAMICO DELLA CORSIA DI EMERGENZA COME TERZA CORSIA DI TRANSITO QUALE MIGLIORE SOLUZIONE PER FAR FRONTE ALL'INCREMENTO DEL TRAFFICO LUNGO UN ASSE INTERNAZIONALE CRUCIALE COME QUELLO DEL BRENNERO. È QUESTO L'OBIETTIVO DI UN PROGETTO INNOVATIVO MESSO A PUNTO DALLA SOCIETÀ DI GESTIONE DELL'A22 CHE DI SEGUITO PRESENTIAMO NEL DETTAGLIO AI LETTORI DI LE STRADE. LE SUE FONDAMENTA: SOLUZIONI TECNOLOGICHE AVANZATE QUALI SISTEMI DI RILEVAMENTO DEL TRAFFICO, TELESORVEGLIANZA E RILEVAMENTO INFRAZIONI, NONCHÉ UNA DORSALE DI COMUNICAZIONE AD ALTA VELOCITÀ, UN CENTRO DI CONTROLLO E PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE IN PARTE ALIMENTATI A IDROGENO.

Carlo Costa
ingegnere
direttore tecnico
Autostrada del Brennero SpA

L'Autostrada del Brennero, inserita nel Corridoio Europeo 1 e al servizio di una zona a vocazione turistica, è soggetta, oltre che all'incremento del volume di traffico internazionale, anche a un aumento del fenomeno di mobilità nei *weekend* e durante le festività. La risposta a questi fenomeni è l'adeguamento dell'infrastruttura stradale, le cui caratteristiche geometriche attuali, in alcuni periodi, generano condizioni di congestione per superamento della capacità limite di smaltimento, e l'impiego dinamico della corsia di emergenza quale terza corsia di transito è la soluzione che la Società ha adottato per far fronte a questo tipo di fenomeni, scelta che tiene conto del carattere "sensibile" delle aree alpine che essa attraversa. La gestione del traffico avverrà tramite un sistema, unico in Italia, di attivazione, controllo e disattivazione con modalità capaci di far fronte alla domanda di mobilità in modo tempestivo ed efficace, utilizzando tecnologie avanzate e innovative quali i sistemi di rilevamento del traffico, telesorveglianza, rilevamento infrazioni, nonché grazie all'attivazione di una dorsale di comunicazione ad alta velocità, di un centro di controllo e di pannelli a messaggio variabile, alcuni dei quali risulteranno alimentati a idrogeno.

IL SISTEMA DEI TRASPORTI: IL CASO A22

Dal 1990 a oggi il traffico totale relativo ai veicoli teorici ha subito un aumento pari all'84,63%.
Se si prende in considerazione l'ultimo triennio, i veicoli entrati e usciti al Brennero, per esempio, sono incrementati del 2,19 % nel 2006 rispetto al 2005 e di 3,71 % nel 2007 rispetto al 2006.
Questo incremento del traffico comporta sicuramente un abbassamento dei livelli di servizio del traffico (fig. 1) per superamento della capacità limite di smaltimento, so-

Commissione Europea
DG TREN

Coordinamento Internazionale EasyWay CORVETTE

Coordinamento Nazionale di EasyWay CONNECT, CORVETTE, ITHACA e SERTI

SINA

Coordinamento tecnico dei progetti EasyWay

1. Livelli di servizio del traffico

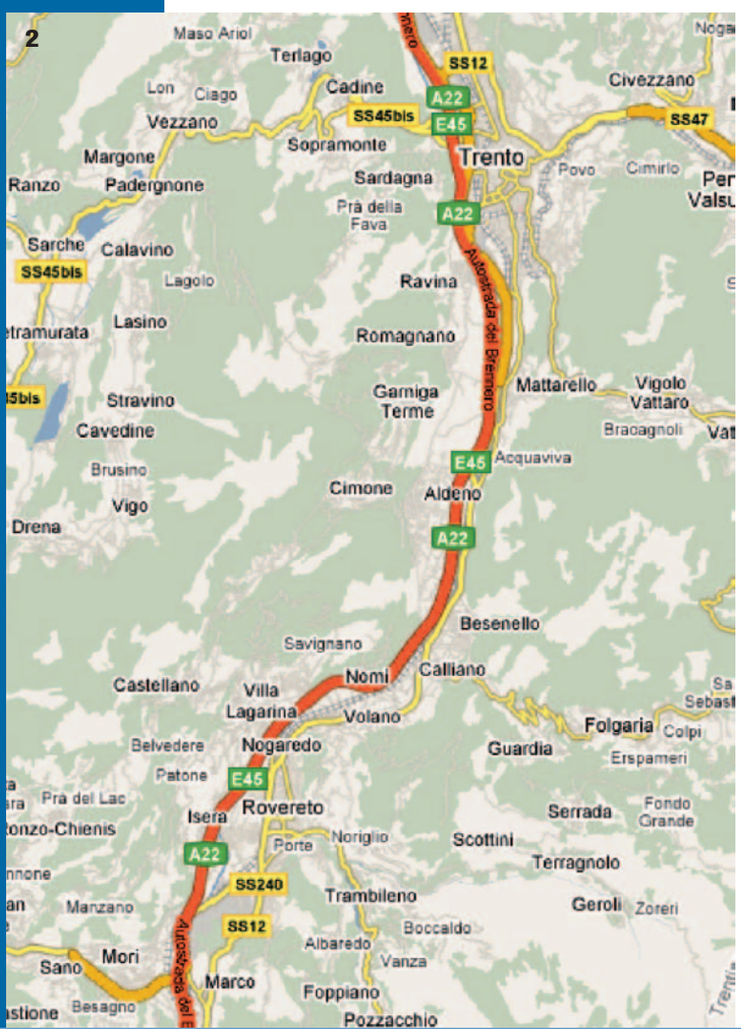
1a

Livello	descrizione		A22	ADAC
A	scorrimento libero	flusso non condizionato	traffico regolare	traffico regolare
B	livelli intermedi buoni	deflusso con qualche condizionamento alla libertà di manovra		
C		flusso con velocità influenzate, cambiamenti di corsia per mantenere la velocità desiderata	traffico sostenuto	traffico sostenuto
D	livelli intermedi scarsi	flusso stabile ma con libertà di manovra notevolmente ridotta	traffico intenso	traffico intenso
E		scorrimento irregolare, con alcuni arresti momentanei (pre-congestione)	traffico critico	traffico molto intenso
F	Traffico forzato			

1b

livello	massima portata di servizio unità veicoli passeggeri /h	minima velocità (km/H)
A	1580	112,9
B	2163	108,1
C	2795	99,8
D	3305	87,0
E	3490	71,2
F	>3490	>71,2

2. Ubicazione del tratto sperimentale



prattutto in determinate giornate (circa 20 giorni all'anno) nelle quali si presentano volumi di traffico molto elevati. Nelle giornate più critiche, infatti, nelle ore di picco, si superano i 3.000 veicoli all'ora, con velocità medie di percorrenza che si aggirano intorno ai 70-80 km/h, mentre nell'arco dell'intera giornata il numero di veicoli che transita al giorno supera le 40.000 unità. Pertanto, l'uso di una terza corsia tramite l'utilizzo temporaneo della corsia di emergenza per far fronte alle punte di traffico serve per risolvere in maniera efficace le situazioni di emergenza che si possono verificare in determinati periodi dell'anno, comportando così un aumento della capacità veicolare (circa 4.000-4.200 veic/h) con riduzione dei fenomeni di congestione.

FINALITA' DELL'INTERVENTO

Al fine di testare tale tipo di soluzione, si intende realizzare a breve un tratto sperimentale tra Trento Centro (km 129+600) e Rovereto Sud in carreggiata Sud (km 167+900) (fig. 2).

L'intervento, una volta attuato, consentirà di:

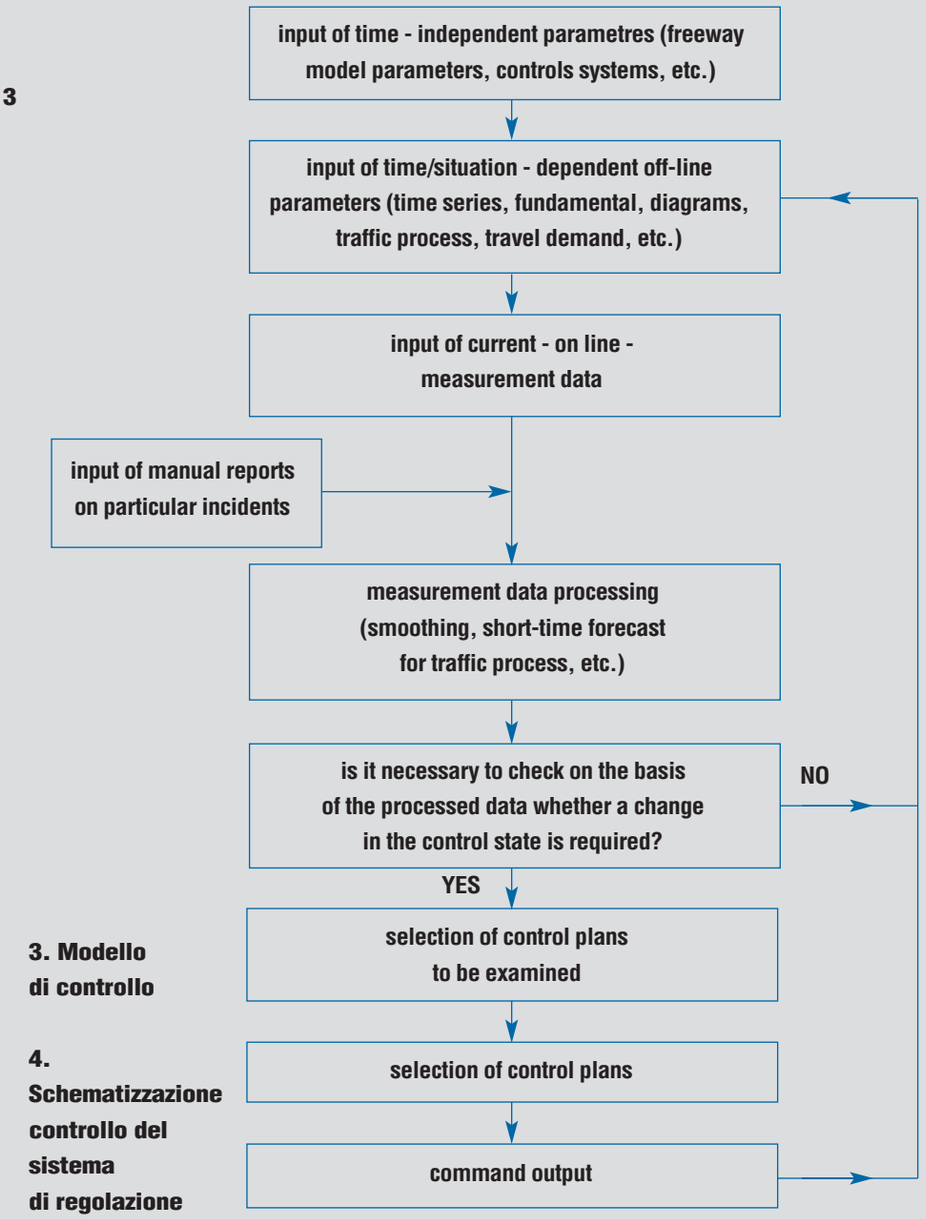
- avere comunque a disposizione una corsia di emergenza di larghezza adeguata (3,50 m) per permettere di far fronte a situazioni di emergenza (incidenti, veicoli in panne, passaggio di veicoli di soccorso, eccetera) e comunque atta a ridurre i fenomeni di incidentalità legati alla sosta di mezzi in avaria;
- permettere, in particolari giornate, l'aumento della capacità dell'arteria autostradale ed una riduzione dei fenomeni di congestione sulla tratta considerata;
- avere, a parità di traffico, una riduzione della densità veicolare con diminuzione dei conflitti e abbattimento dell'incidentalità;
- avere a disposizione dei dispositivi (pannelli a messaggio variabile, telecamere, eccetera) che risultano utili anche nell'esercizio normale dell'arteria;

• realizzare delle infrastrutture che consentono di posare cavi a fibra ottica con finalità differente da quella specifica del progetto;
• avere continuità di alimentazione su tutta la tratta interessata eliminando così la necessità di porre in opera e di sostituire batterie per l'alimentazione dei sistemi di segnalazione delle deviazioni di corsia e carreggiata in caso di cantieri di manutenzione delle opere d'arte.

MODELLO DINAMICO

Al fine di definire con precisione l'insieme dei sistemi interattivi per gestire il suddetto progetto, al professor Raffaele Mauro dell'Università di Trento è stato affidato l'incarico di analizzare in maniera dettagliata le caratteristiche infrastrutturali esistenti sull'arteria autostradale e per tutto il territorio limitrofo, verificando i flussi storici del traffico e le condizioni che hanno determinato nel tempo i fenomeni di congestione. Pertanto, è stato realizzato un modello dinamico essenziale per poter definire le modalità operative e le tecniche di gestione e controllo di modifica della configurazione normale del traffico autostradale. Per quanto riguarda gli strumenti di controllo è essenziale poter avere, in circostanze particolari di picco della domanda di traffico, delle riserve delle capacità rappresentate dall'attivazione della corsia dinamica. In tal caso il punto cruciale di controllo del traffico autostradale è la detenzione dell'approccio d'instabilità e la scelta della strategia di controllo più adatta in ciascun caso. L'instabilità è un evento stocastico la cui ricorrenza o meno dipende dal livello della sequenza di velocità attivata lungo il percorso. La probabilità che questo non avvenga in un certo periodo definisce l'affidabilità del flusso del traffico esaminato durante quel periodo. Inoltre, per definire l'attivazione e la disattivazione della corsia dinamica e le conseguenze di queste azioni, è assolutamente necessario prevedere gli effetti dell'onda d'urto sui flussi di traffico interessati dagli interventi. La modellazione prodotta ha portato ad individuare le tecniche e le strategie di controllo che si dovranno raggiungere per garantire un'efficace gestione di tale complesso sistema e ciò comporta essenzialmente l'identificazione delle relazioni fondamentali di flusso, densità e velocità su tratti autostradali omogenei.
Il diagramma proposto in fig. 3 riassume un modello di controllo eseguibile per il sistema attualmente sotto esame.
Tale modello ha permesso di individuare le strutture di controllo e gestione minime che si dovranno installare per permettere l'acquisizione di tutti i dati necessari per l'identificazione delle relazioni tra flusso, densità e velo-

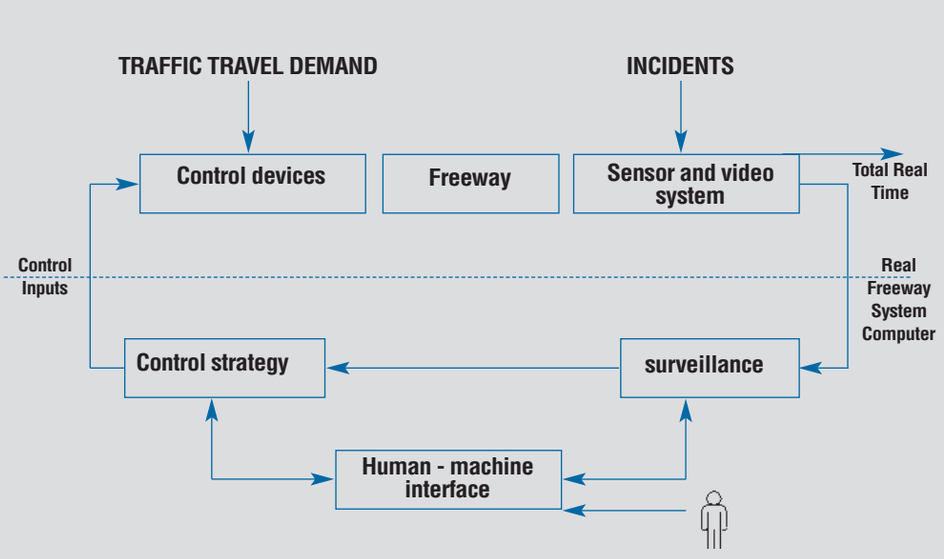
3

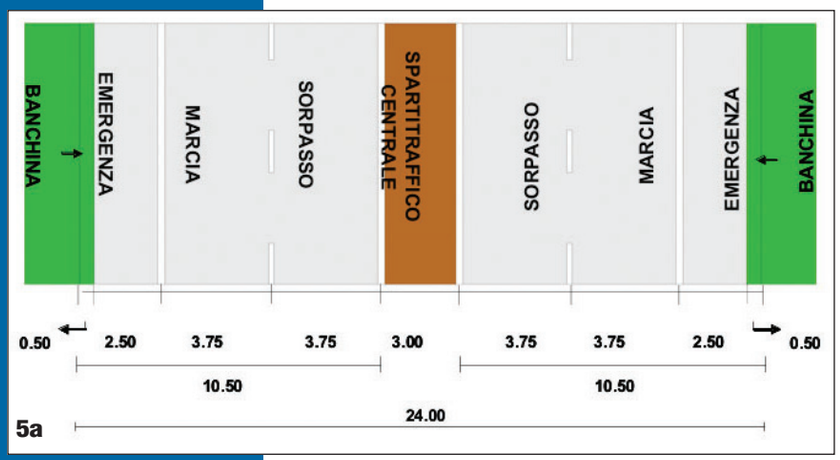


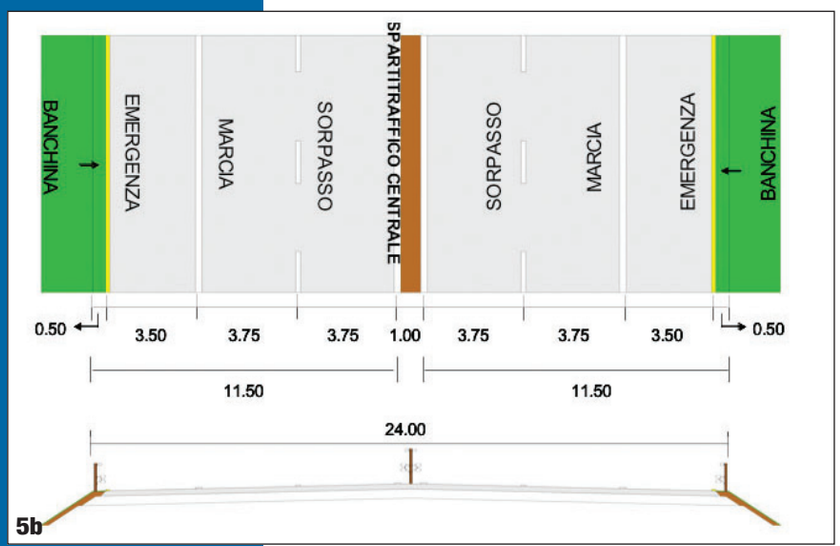
3. Modello di controllo

4. Schematizzazione controllo del sistema di regolazione

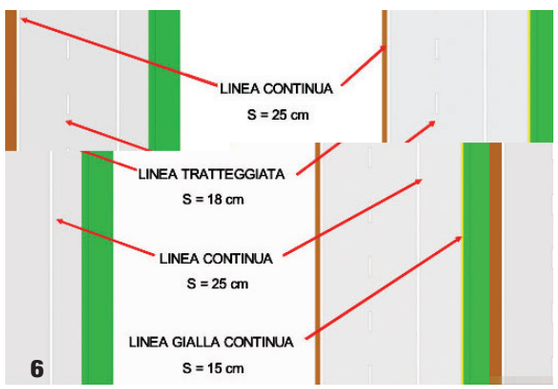
4







5. Configurazione della carreggiata (prima e dopo)



6. Segnaletica orizzontale

tica tali concetti che controllano il sistema di regolazione qualunque sia la ragione di modifica della condizione canonica del deflusso del traffico possono essere schematizzati come in fig. 4.

INTERVENTI NECESSARI

Per consentire l'utilizzo temporaneo della corsia di emergenza come corsia di marcia è necessario operare i seguenti interventi:

- allargamento della corsia di emergenza dagli attuali 2.50 m a 3.50 m;
- modifica della segnaletica orizzontale e verticale;
- posa infrastrutture per alimentazione e trasmissione dati;
- esecuzione di volumi tecnici lungo la tratta;
- allargamento delle piste di accelerazione e decelerazione delle stazioni e delle aree di servizio;
- realizzazione di piazzole di emergenza;
- spostamento delle colonnine SOS all'interno delle piazzole di emergenza;
- esecuzione accessi di emergenza dall'esterno;
- posa apparati attivi (apparati di trasmissione, videocamere, sezioni rilevamento traffico);
- predisposizione di adeguata segnaletica dinamica (pannelli a messaggio variabile).

Allargamento della corsia di emergenza

L'intervento prevede l'allargamento della corsia di emergenza a scapito dello spartitraffico centrale. Viene installata un'unica barriera a doppio nastro contrapposto, di ingombro pari a circa 77 cm e viene pavimentato l'attuale spartitraffico. In tale modo si rendono disponibili circa 100 cm per carreggiata che, unitamente al riposizionamento della segnaletica orizzontale, permettono l'allargamento della corsia di emergenza dagli attuali 2.50 m ai 3.50 m (fig. 5).

Modifica della segnaletica orizzontale e verticale

Si prevede l'esecuzione di strisce:

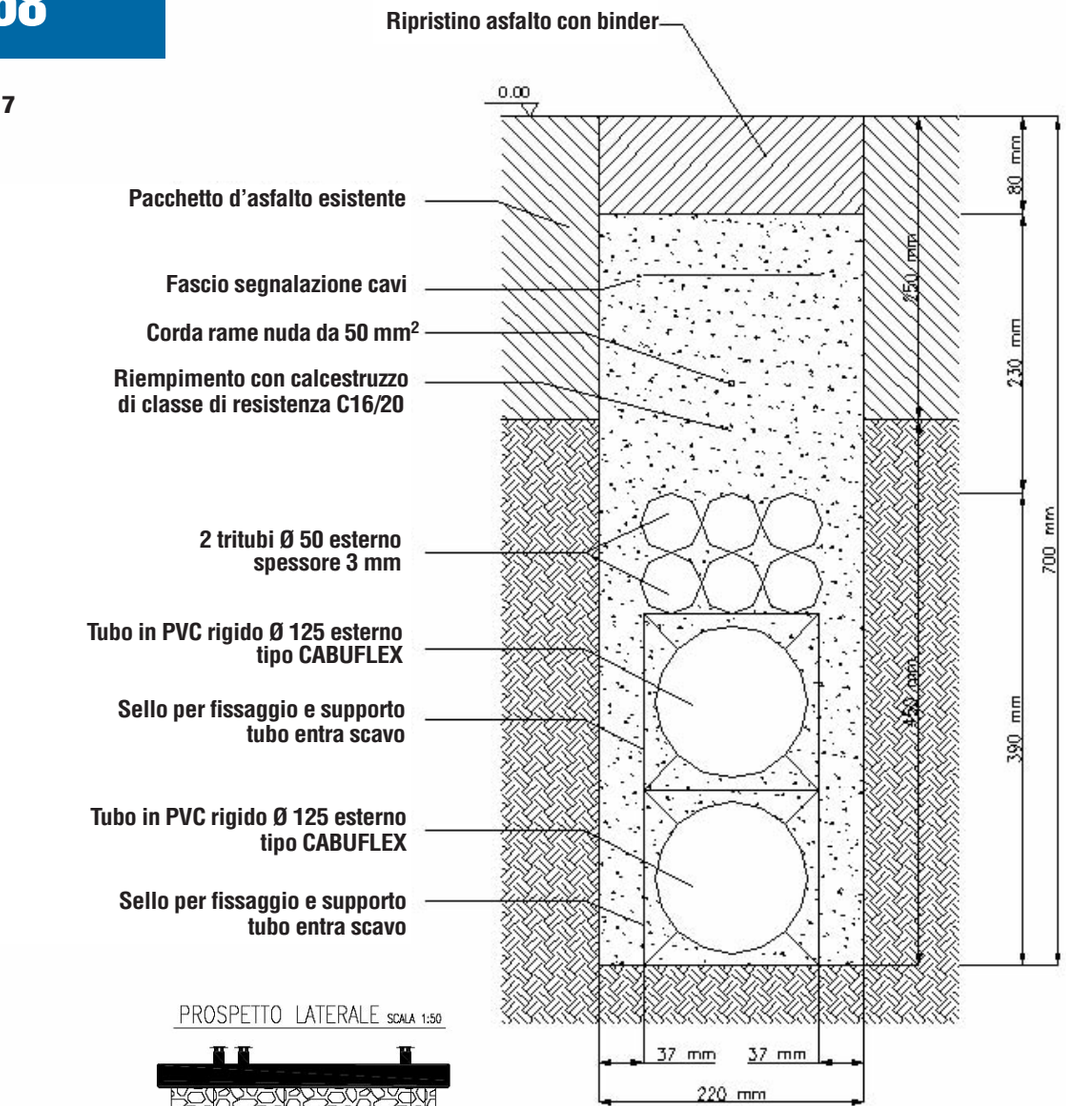
- bianca continua s=25 cm (bordo lato sorpasso)
- bianca tratteggiata s=18 cm (tra marcia e sorpasso)
- bianca continua o con tratteggio da definire s=25 cm (tra marcia ed emergenza)
- gialla continua s=15 cm (bordo laterale).

Posa cavi per alimentazione e trasmissione dati

Per alimentare i portali a messaggio variabile e le apparecchiature poste lungo la tratta, è necessario predisporre una linea di alimentazione e delle fibre ottiche per la trasmissione ad alta velocità dei dati tra le

cità, per la corretta gestione delle operazioni di attivazione, disattivazione e gestione della corsia dinamica. Sensori e telecamere permetteranno agli operatori di avere un controllo sulle condizioni dell'infrastruttura e sull'evoluzione del traffico; tali operazioni saranno supportate da *software* dedicati e da procedure operative che permettono in breve tempo di trasformare la corsia di emergenza in una corsia di traffico aggiuntiva. Allo stesso modo saranno gestite le operazioni di restaurazione delle condizioni originarie della carreggiata. In maniera schema-

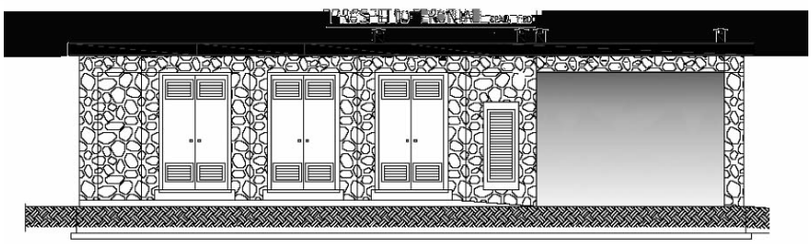
7



7. Esempio di scavo in sede stradale

8a

8a. Volume tecnico: prospetto frontale e laterale

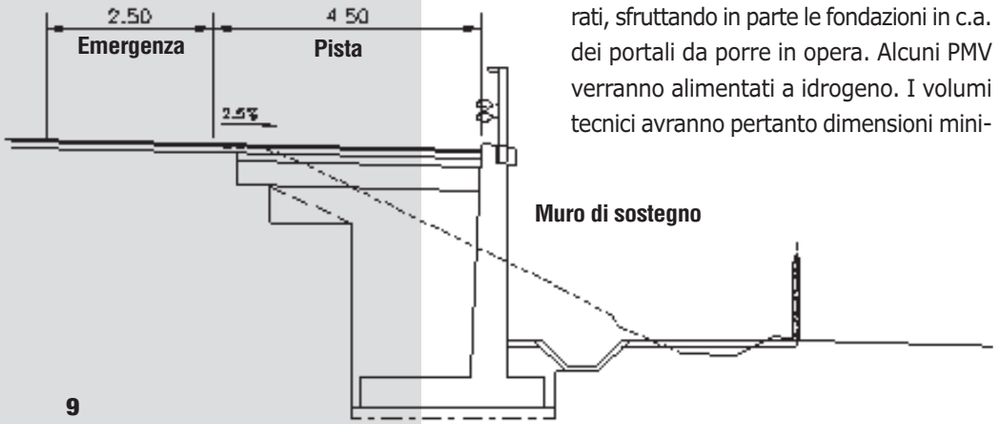


8b. Volume tecnico lungo la tratta

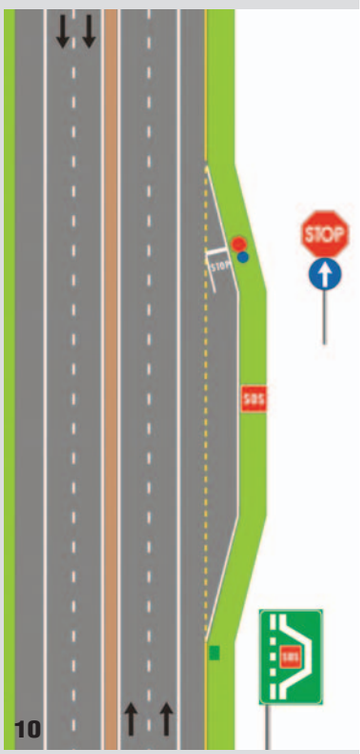
unità di rilevamento periferiche e la sede operativa del CAU. Vista la necessità di realizzare tali cavidotti è stato previsto di porre in opera un numero ridondante di predisposizioni al fine di poter facilmente introdurre in futuro cavi aggiuntivi per trasmissione dati o altre esigenze future della Società. Dopo aver preso in esame varie possibilità di intervento, è risultato più conveniente in termini di tempo, eseguire lo scavo per la posa delle tubazioni in corsia di emergenza con una macchina tipo "trencer" (fig. 7). Solo in corrispondenza delle opere (ponticelli, sottopassi, barriere antirumore) i tubi vengono zancati all'esterno in una cassetta in acciaio zincato a caldo.

8b

9. Dettaglio di progetto: lo spostamento delle piste avviene senza occupazione di aree esterne



9



10

10. Esempio di piazzole di sosta d'emergenza

11

11. Colonnina SOS

Esecuzione di volumi tecnici lungo la tratta

Per alloggiare i vari apparati necessari alla gestione della corsia dinamica, è stato necessario realizzare dei volumi tecnici nei quali alloggiare generatori di emergenza, cabine di trasformazione, quadri elettrici, gruppi di continuità, sistemi di trasmissione dati, eccetera. Tali volumi sono stati realizzati in corrispondenza dei portali a messaggio variabile e collocati nella scarpata autostradale e per quanto possibile interrati, sfruttando in parte le fondazioni in c.a. dei portali da porre in opera. Alcuni PMV verranno alimentati a idrogeno. I volumi tecnici avranno pertanto dimensioni minime sufficienti per ospitare le celle a combustibile, le batterie tampone, i pacchi bombole di idrogeno a 200 bar, i quadri elettrici, le apparecchiature di rete e tutti i sistemi di telecontrollo e monitoraggio.

Il locale per lo stoccaggio dell'idrogeno è stato dimensionato per poter alloggiare 4 pacchi da 16 bombole da 50 litri di idrogeno in forma di gas compresso (per un totale di circa 580 Nm3 di H2 o 580kWh di energia immagazzinata presso ognuno dei 4 siti individuati). I pacchi bombole saranno collegati a un quadro di decompressione di 1° stadio che ha la funzione di ridurre la pressione al valore di ca. 8 bar. Verranno utilizzate celle a combustibile SGS/ReliOn T-2000 e Rittal/Plug Power.

Allargamento delle piste di accelerazione e decelerazione delle stazioni e delle aree di servizio

Poiché la corsia dinamica interseca le rampe di entrata e uscita delle stazioni e delle aree di servizio, si dovranno realizzare ulteriori corsie di accelerazione e decelerazione in quanto quelle esistenti si trovano ad essere sovrapposte alla corsia ora impiegata per la marcia e pertanto, se non modificate, produrrebbero pericolose conflittualità. Il progetto è stato impostato in modo tale che l'allargamento della sede autostradale necessario per lo spostamento delle piste sia fatto senza occupazione di aree esterne all'attuale recinzione, facendo quindi ricorso a muri di sostegno dove non ci sia lo spazio sufficiente per eseguire il rilevato con pendenza 3/2 (fig. 9).

Realizzazione di piazzole di sosta d'emergenza

Nel tratto interessato dalla sperimentazione sono già state eseguite delle piazzole di sosta d'emergenza ad interasse di circa 1.500 m (fig 10). La piazzola vera e propria ha dimensioni di 4,00 x 30,00 m e viene raccordata alla corsia di emergenza, per l'accesso e l'uscita, tramite zone di transizione, a larghezza variabile, della lunghezza di 50 m ciascuna. Particolare attenzione è stata posta alla regolamentazione delle immissioni e delle uscite dalle piazzole di emergenza in configurazione di attivazione della corsia dinamica.

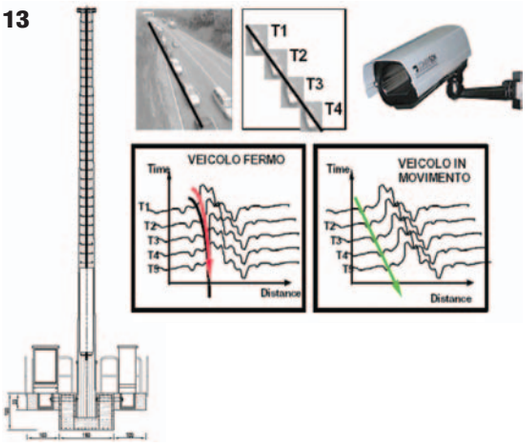
Spostamento delle colonnine SOS

Le colonnine SOS, già presenti sulla tratta in esame, dovranno essere spostate in corrispondenza delle piazzole di sosta di emergenza al fine di evitare, nei periodi di apertura della corsia dinamica, il rischio che qualche utente si fermi sulla corsia stessa per effettuare chiamate di soccorso (fig. 11).

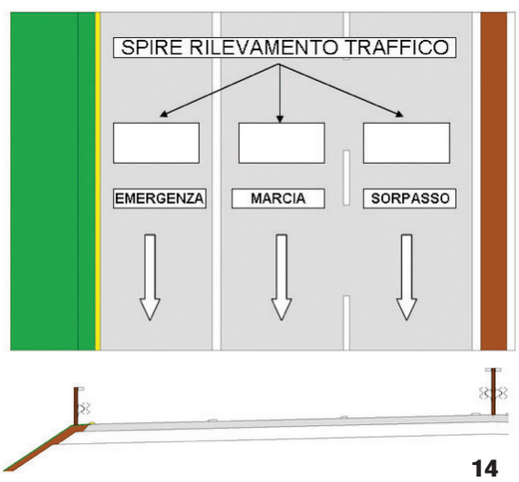
Esecuzione di accessi di emergenza dall'esterno

La mancanza della corsia di emergenza nei periodi di utilizzo della corsia dinamica può causare delle difficoltà per l'accesso in autostrada dei mezzi di soccorso. Per tale motivo devono essere realizzati degli accessi dall'esterno che permettano anche l'inversione di marcia. Sono quindi state individuate delle posizioni, in corrispondenza di cavalcavia, dove con dei minimi lavori (sistemazione rampa, posa cancello, eccetera)

12



13



14

risulta agevole realizzare tali accessi, che incrementano in maniera notevole la sicurezza e la celerità delle operazioni di intervento anche in configurazione canonica di traffico (fig. 12).

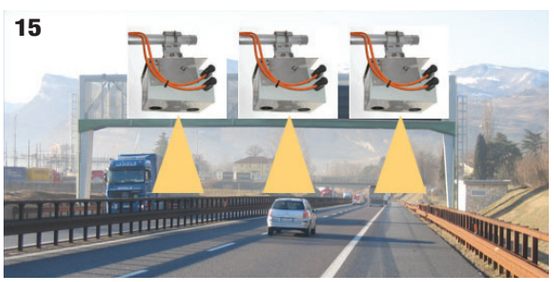
Posa apparati attivi: apparati di trasmissione, videocamere, sezioni rilevamento traffico

Sorveglianza sul tratto con videocamere

L'uso saltuario della corsia di emergenza per la marcia comporta la necessità di verificare l'assenza di veicoli in sosta prima dell'apertura al traffico. A tale scopo il tratto viene coperto da videocamere per mezzo delle quali si ha una visione dell'intero percorso d'interesse. Su ogni portale è stata prevista l'ubicazione di due telecamere contrapposte zoomabili e durante le fasi di attivazione e disattivazione della corsia dinamica il sottosistema di monitoraggio a circuito chiuso permetterà l'attivazione di una procedura di "spazzolamento video" dell'infrastruttura per controllare lo stato di fatto delle carreggiate. (fig. 13)

Sezioni di rilevamento traffico e sensori "radar overhead"

Il sistema di rilevamento del traffico effettua il conteggio e la classificazione dei mezzi transitanti su ogni corsia, nonché il rilievo della velocità degli stessi. Tali sensori di traffico individueranno il flusso di traffico ed altri elementi caratteristici dello stesso, che forniranno all'operatore preposto al Centro di Controllo dei dati che, opportunamente elaborati, consentiranno di prendere decisioni sull'opportunità o meno di aprire/chiudere la corsia dinamica. Al fine di regolamentare in maniera efficace i vari interventi di attivazione della corsia dinamica, è sufficiente ubicare una sezione di spire interessante le tre corsie ogni 5 km. Risulta chiaro che al fine di poter tarare in



15

maniera efficace e tempestiva l'intervento sarà necessario in futuro incrementare il numero di spire di rilevamento già ubicate sull'arteria anche al di fuori dei tratti di attivazione della corsia dinamica per poter monitorare le variazioni di flusso e quindi prevedere tempi di attivazione e di disattivazione. Inoltre, si provvederà a installare sui portali dei sensori non intrusivi di tipo "*radar overhead*", sempre al fine di rilevare il traffico in tempo reale (figg. 14-15). Tali sensori troveranno collocazione sopra ad ogni corsia (sorpasso, marcia ed emergenza).

Predisposizione di adeguata segnaletica dinamica (pannelli a messaggio variabile)

Tipologia di pannelli a messaggio variabile (PMV)

I pannelli a messaggio variabile previsti nell'utilizzo della corsia dinamica sono di 4 tipologie:

- PMV di tipo A
- PMV di tipo B
- PMV di tipo D
- PMV di tipo E.

12. Accesso di emergenza dall'esterno

13. Apparecchi per la videosorveglianza

14. Esempio di sezione di rilevamento del traffico

15. Sensori "radar overhead"

I PMV di tipo A (postazioni *in itinere*) sono pannelli di tipo grafico per dare l'indicazione sull'utilizzo delle corsie disponibili e dei limiti di velocità consentiti. Sono costituiti da tre moduli da posizionarsi ciascuno in asse alle corsie (emergenza, marcia e sorpasso). Ogni modulo è costituito da un pannello a tecnologia led *full color* per pittogramma con area attiva di 2700 (l) x 1350 (h) mm, totalmente programmabile, e da un pannello grafico per pittogramma predefinito per la visualizzazione di freccia di colore verde, croce di colore rosso e freccia obliqua di colore giallo, destra e sinistra, delle dimensioni di 900 x 900 mm (fig. 16).

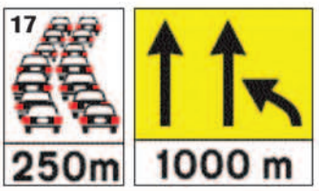
I PMV di tipo B (postazioni *in itinere*) sono pannelli di tipo grafico per fornire informazioni di sicurezza all'utenza e informazioni specifiche sulla variazione delle corsie disponibili nel tratto sperimentale della corsia dinamica. Sono costituiti da due pannelli a tecnologia led full color per pittogramma con area attiva rispettivamente di 1200 (l) x 1650 (h) mm e 2100 (l) x 1650 (h) mm, totalmente programmabile (fig. 17).

I PMV di tipo D (postazioni in corrispondenza degli svincoli di immissione in autostrada) sono pannelli di tipo grafico per fornire informazioni specifiche sull'inizio e la fine della corsia dinamica. Sono costituiti da un pannello a tecnologia led full color per pittogramma, con area attiva di 2100 (l) x 1650 (h) mm e 2100 (l) x 1650 (h) mm, totalmente programmabile (Figura 18). Il sistema prevedrà la possibilità di visualizzazione alternata di più pittogrammi.

I PMV di tipo E (postazioni in itinere) sono pannelli di tipo grafico e alfanumerico per fornire informazioni all'utenza. Sono costituiti da 3 pannelli a tecnologia led, di cui 2 full color per pittogramma e 1 alfanumerico. I due pannelli full color hanno area attiva per ciascun pannello di 1200 (l) x 1350 (h) mm, totalmente programmabile, ed il pannello alfanumerico sarà composto da 3 righe di 20 caratteri ciascuna, con altezza del singolo carattere di 400 mm. Il sistema prevedrà la possibilità di visualizzazione alternata di più pittogrammi e più pagine di testo alfanumerico nonché il controllo e la regolazione della luminosità indipendente per ciascun elemento grafico ed alfanumerico (fig. 19).

16

17



18

16. PMV di tipo A

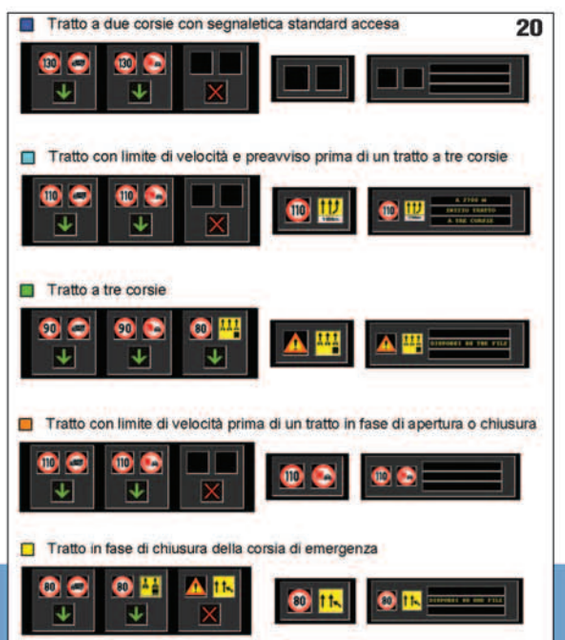
17. PMV di tipo B

18. PMV di tipo D

19

19. Esempi di portale con PMV

20



20. Schema di attivazione e disattivazione della corsia dinamica tramite PMV

Modalità di funzionamento del sistema di gestione della corsia dinamica su pmv

Prima di procedere ai passi preliminari dell'apertura della corsia dinamica, una pattuglia della Polizia Stradale verifica le condizioni generali del traffico per un'eventuale apertura.

Successivamente viene esposta la segnaletica "*standard*" (codice blu) sui PMV di tipo A.

L'apertura viene preceduta da una fase di armonizzazione delle velocità e/o di preavviso (codice arancione e turchese). Nel momento in cui il flusso veicolare è considerato stabile si procede all'apertura della corsia di emergenza (codice verde). In ogni momento è possibile attuare una riduzione o chiusura della corsia dinamica programmata o improvvisa (codice giallo). Nel momento in cui il flusso veicolare è considerato stabile, si ritorna alla segnaletica "*standard*" (codice blu) sui PMV di tipo A. I pannelli intermedi sono spenti, salvo quelli usati per la diffusione di informazioni non afferenti la gestione della corsia dinamica. Dopo un tempo determinato anche i pannelli prescrittivi di tipo A vengono spenti (fig. 20). Tutte le transizioni di stato della corsia dinamica vengono precedute o accompagnate da un monitoraggio video.

Casa Editrice la fiaccola srl
20123 Milano - Via Conca del Naviglio, 37 - Telefono +39 02 89421350 - Fax +39 02 89421484