



CELERITAS EVO 1506: sistema di rilevamento della velocità media ed istantanea



Sommario

1	Introduzione	5
2	Descrizione del sistema CELERITAS EVO 1506: interconnessione componenti e tipici contesti installativi	8
2.1	Schemi di connessione tra le varie componenti	8
2.2	Tipiche tipologie di installazione	11
2.2.1	Monitoraggio singola corsia.....	11
	Figura 10 - tipico contesto di rilevamento velocità su singola corsia.....	12
	Installazione su palo a sbraccio.....	12
	Figura 12 - tipico contesto di rilevamento velocità su singola corsia.....	13
	Installazione su palo a sbraccio.....	13
	Figura 13 - tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione veicoli su singola corsia.14	
	Figura 14 - tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione veicoli su singola corsia.14	
	Figura 15 - tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione veicoli su singola corsia.15	
	Figura 16 - tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione veicoli su singola corsia.15	
2.2.2	Monitoraggio due corsie	16
	Figura 16 - tipico contesto di rilevamento velocità su due corsie con medesimo senso di marcia. Installazione su palo laterale	16
	Figura 17 - tipico contesto di rilevamento velocità su due corsie con opposti sensi di marcia.....	16
	Figura 18 - contesto di rilevamento velocità su due corsie con stesso senso di marcia.	17
	Figura 19 - contesto di rilevamento velocità su due corsie con opposti sensi di marcia.	17
	Figura 20 - tipico contesto di classificazione veicoli su due corsie con medesimo senso di marcia. Installazione su palo dritto laterale	18
	Figura 21 – tipico contesto di classificazione veicoli su due corsie con medesimo senso di marcia. Installazione su palo laterale con sbraccio	18
	Figura 22 - tipico contesto di classificazione veicoli su due corsie con opposti sensi di marcia. Installazione su palo dritto laterale	19
	Figura 23 - tipico contesto di classificazione veicoli su due corsie con opposti sensi di marcia. Installazione su palo laterale a sbraccio	19

Figura 24 - tipico contesto di rilevamento velocità con classificazione veicoli su due corsie con medesimo senso di marcia. Installazione su palo laterale a sbraccio	20
Figura 25 - tipico contesto di rilevamento velocità con classificazione veicoli su due corsie con opposti sensi di marcia. Installazione su palo laterale a sbraccio.....	20
2.2.3 Monitoraggio tre corsie	20
Figura 26 - tipico contesto di rilevamento velocità su tre corsie.	21
Installazione su palo laterale a sbraccio.....	21
Figura 27 - tipico contesto di classificazione dei veicoli su tre corsie.....	21
Installazione su palo laterale a sbraccio.....	21
Figura 28 - tipico contesto di rilevamento della velocità e classificazione dei veicoli su tre corsie. Installazione su palo laterale a sbraccio	22
Figura 29 – tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione dei veicoli.....	22
2.3 Tipiche situazioni di utilizzo in modalità presidiata	23
3 Descrizione delle componenti.....	24
3.1 Sistema di Elaborazione EnVES12	24
Figura 30 – Elaboratore EnVES12	24
Figura 31 – Schema collegamento del sistema di elaborazione EnVES 12	26
3.2 Sistema di Elaborazione DELL Power EDGE R220	27
3.3 Sistema di Elaborazione EnCZ4b	28
3.4 Sistema di ripresa Vista EnVES04R.....	29
3.5 Sistema di ripresa Vista EnVES06	31
3.6 Modulo LASER NOPTLCMP3.....	32
4 Funzionamento del Sistema.....	34
4.1 Rilevamento della Velocità Media	34
4.1.1 Rilevazione dell'attraversamento del tratto monitorato da parte di un veicolo: la tecnologia PlateMatching	42
4.1.2 Rilevazione del passaggio dei veicoli: modulo EVIVD (EngiNe Video Image Vehicles Detection).....	50
4.1.2.1 Rilevamento dei veicoli ad elevate velocità.....	51
4.1.3 Posizione di rilevamento del veicolo sulle immagini relative alle violazioni accertate.....	54
4.2 Rilevamento della Velocità Istantanea.....	56
4.2.1 Verifica a posteriori della velocità rilevata	58

4.3	<i>Classificazione dei veicoli</i>	61
4.3.1	<i>Classificazione dei veicoli e Rilevamento della Velocità Istantanea con il medesimo sensore Laser</i>	62
4.4	<i>Documentazione fotografica della violazione</i>	64
4.5	<i>Applicazione firma digitale e crittografia della documentazione digitale delle violazioni</i>	65
4.6	<i>Rilevamento della velocità media sia in modalità sincrona che asincrona</i> ...	66
5	<i>Unità centrale di elaborazione</i>	67
	Acquisizione dei dati dalle unità locali ed aggiornamento delle impostazioni.....	67
	Archiviazione dei dati elaborati	67
	Comunicazione con le unità di elaborazione del personale preposto	68
	alle attività di verifica ispettiva e di validazione	68
	Archiviazione dei dati relativi alle infrazioni rilevate e certificate nel contesto di uso del sistema.....	68
5.1	<i>Moduli del server CELERITAS</i>	69
5.1.1	<i>Interfaccia utente: Frontend</i>	69
5.1.2	<i>Programmi applicativi: Backend</i>	71
5.2	<i>Postazione di accesso all'unità centrale</i>	72
6	<i>Procedura di accertamento delle infrazioni</i>	73

1 Introduzione

Il sistema CELERITAS EVO 1506 è approvato con DD n. 4671 del 28.07.2016 e successivamente esteso con DD n. 4018 del 21.06.2017 sia per il rilevamento della velocità media tra due sezioni di rilevamento che della velocità in modalità puntuale finalizzati all'accertamento dei limiti massimi di velocità.

Il sistema CELERITAS EVO 1506 è in grado di funzionare sia in modalità automatica (senza la presenza dell'agente) che presidiata (con la presenza dell'agente) sia nella modalità di rilevamento della velocità media che istantanea.

In caso di funzionamento in modalità automatica l'apparato rileva automaticamente le tipologie di infrazioni suddette 24 ore al giorno oppure seguendo il calendario configurato.

In caso di funzionamento in modalità presidiata non viene rilevato nessun tipo di infrazione fino al momento in cui l'agente avvia la sessione di rilevamento delle infrazioni. La rilevazione continua fino al momento in cui l'agente termina la sessione di rilevamento, durante questo periodo l'agente può monitorare lo stato dell'apparato e visualizzare le infrazioni rilevate.

A seconda della licenza d'uso preinstallata o configurata dalla casa madre successivamente, gli apparati CELERITAS EVO 1506 possono essere configurati in varie modalità di funzionamento come descritto di seguito.

In un determinato istante un apparato può funzionare solo in una delle modalità descritte di seguito.

Rilevamento velocità media (in modalità automatica o presidiata)

Il rilevamento delle infrazioni di velocità media viene eseguito dall'apposito software che recupera i transiti dalle stazioni periferiche (iniziale e finale), esegue il calcolo della velocità media ed, in caso di infrazione, esegue il download delle immagini.

Nel caso di funzionamento in modalità automatica il software di rilevamento infrazioni viene eseguito su un server remoto (tipicamente installato nel CED dell'ente che gestisce il sistema) mentre nel caso di funzionamento in modalità presidiata tale software viene eseguito in un laboratorio portatile che viene posizionato nei pressi della stazione finale e che viene utilizzato sotto il diretto controllo dell'agente.

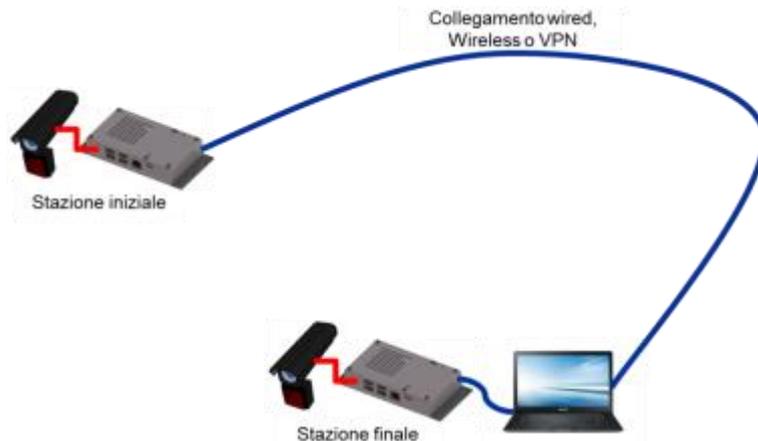


Figura 1 - Schema di sistema CELERITAS in modalità presidiata

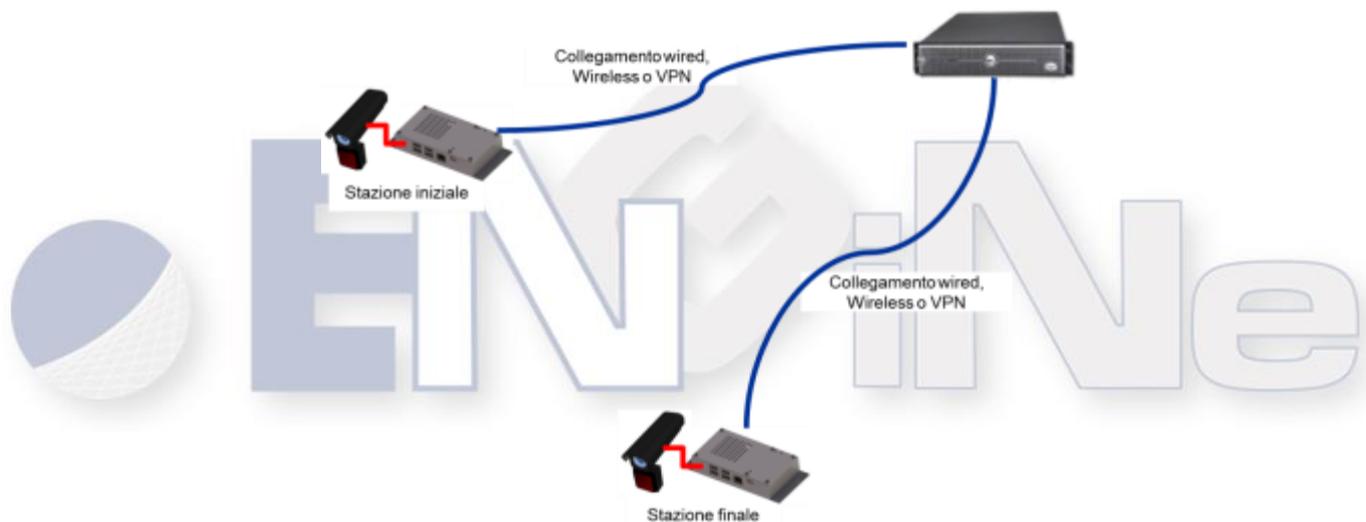


Figura 2 - Schema di sistema CELERITAS in modalità automatica

In entrambi i casi le stazioni periferiche rilevano tutti i transiti dei veicoli in attesa di inviarne i dati al server e non è necessaria alcuna variazione sulla configurazione delle stazioni periferiche; nel caso di funzionamento in modalità presidiata è opportuno spingere le stazioni periferiche mentre il rilevamento non è attivo.

Rilevamento velocità istantanea in modalità automatica

L'apparato rileva le velocità di tutti i veicoli e genera una violazione per quelli che transitano ad una velocità superiore ad una soglia impostata. L'apparato può essere attivato 24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana o in base ad un calendario di attivazione trasmesso dal server centrale.



La rilevazione delle infrazioni avviene anche se non è presente nessun agente.

Rilevamento velocità istantanea in modalità presidiata

L'apparato rileva le velocità di tutti i veicoli e genera una violazione per quelli che transitano ad una velocità superiore ad una soglia impostata.

L'apparato è attivo soltanto quando un agente si collega ed avvia la sessione di rilevamento infrazioni.

In tutte le precedenti modalità operative è possibile abilitare la funzionalità di salvataggio delle immagini (comunque in formato criptato al pari delle immagini relative alle violazioni) di tutti i veicoli in transito da utilizzarsi per eventuali scopi di polizia e da conservare con le tempistiche e modalità stabilite dalle vigenti normative sulla privacy.



2 Descrizione del sistema CELERITAS EVO 1506: interconnessione componenti e tipici contesti installativi

Come è stato già accennato in precedenza il sistema CELERITAS EVO 1506 può essere utilizzato per il rilevamento della velocità media e/o istantanea.

Una stazione periferica di rilevamento CELERITAS EVO 1506 è composta dai seguenti moduli:

- Uno o più sistemi di ripresa "Vista EnVES04R" o "Vista EnVES06"
- Una unità di elaborazione "EnVES 12" o "DELL Power EDGE R220" o "EnCZ4b"
- Uno o più sensori Laser CMP3 (sia nel caso di rilevamento della velocità istantanea che nel caso di classificazione automatica dei veicoli attraverso modulo Laser anche in modalità rilevamento della velocità media). Si rappresenta come la classificazione è intesa in macro tipologie dimensionali (veicoli "bassi" e veicoli "alti" oppure veicoli "corti" e veicoli "lunghi") senza attribuire classi ulteriori.

2.1 Schemi di connessione tra le varie componenti

Seguono alcuni tipici schemi di connessione tra le varie componenti

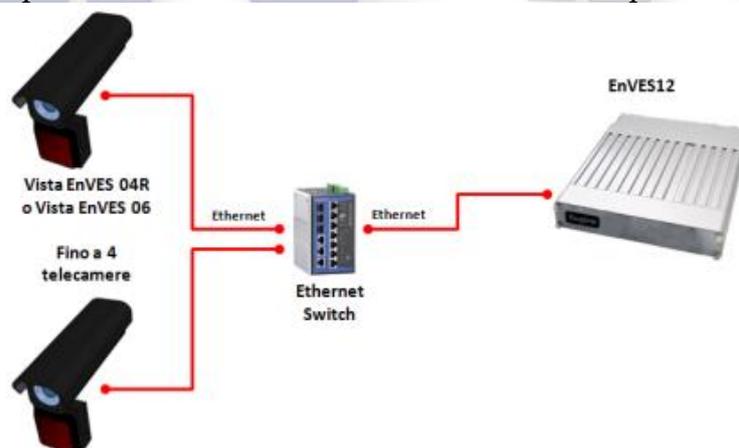


Figura 3 – Rappresentazione schematica delle componenti di un sistema CELERITAS EVO 1506 nella modalità di rilevamento della velocità media senza necessità di classificazione automatica dei transiti

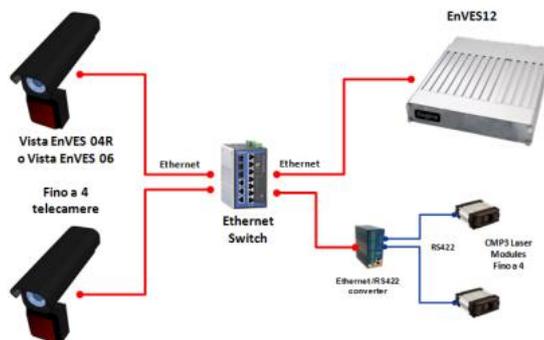


Figura 4 - Rappresentazione schematica delle componenti di un sistema CELERITAS EVO 1506 nella modalità di rilevamento della velocità istantanea oppure nella modalità di rilevamento della velocità media con classificazione automatica dei transiti effettuata attraverso il sensore Laser

Ovviamente le modalità di interconnessione tra le varie componenti non cambiano utilizzando gli altri due tipi di sistema di elaborazione supportati, il DELL Power EDGE R220 e l'EnCZ4.

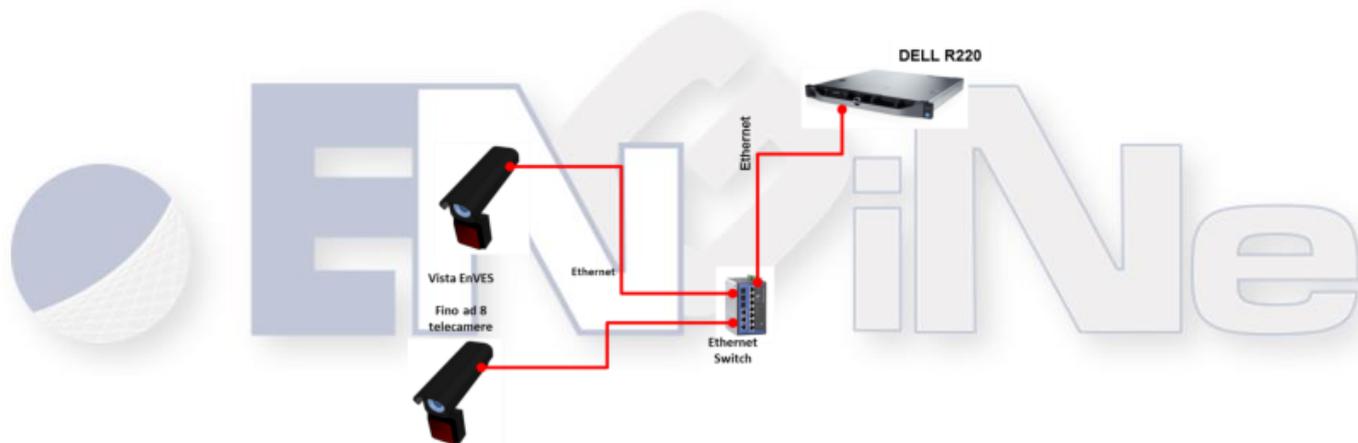


Figura 5 - Rappresentazione schematica delle componenti di un sistema CELERITAS EVO 1506 nella modalità di rilevamento della velocità media senza necessità di classificazione automatica dei transiti con sistema di elaborazione DELL Power EDGE R220

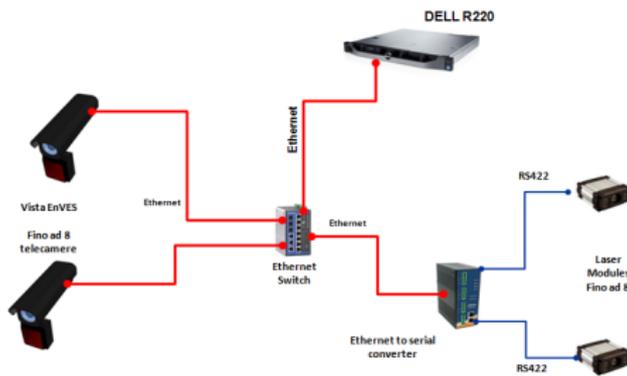


Figura 6 - Rappresentazione schematica delle componenti di un sistema CELERITAS EVO 1506 in caso di rilevamento della velocità istantanea (con o senza classificazione tramite laser) o nel caso di rilevamento della velocità media con classificazione dei veicoli tramite laser con sistema di elaborazione DELL Power EDGE R220

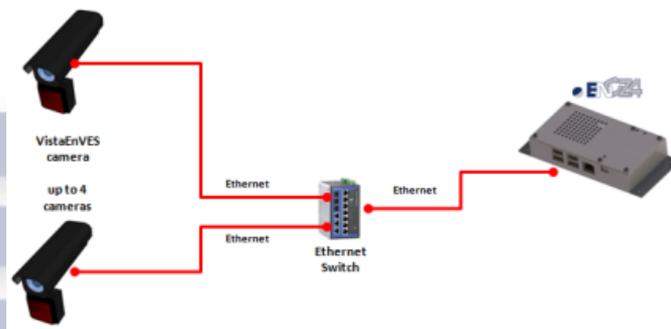


Figura 7 - Rappresentazione schematica delle componenti di un sistema CELERITAS EVO 1506 nella modalità di rilevamento della velocità media senza necessità di classificazione automatica dei transiti con sistema di elaborazione EnCZ4

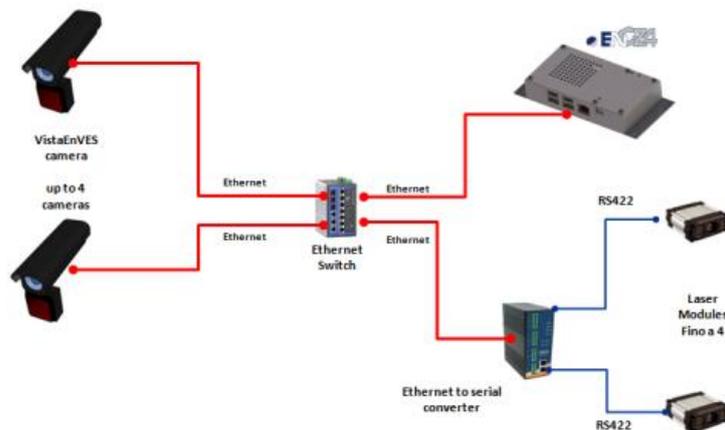


Figura 8 - Rappresentazione schematica delle componenti di un sistema CELERITAS EVO 1506 in caso di rilevamento della velocità istantanea (con o senza classificazione tramite laser) o nel caso di rilevamento della velocità media con classificazione dei veicoli tramite laser con sistema di elaborazione EnCZ4b

2.2 Tipiche tipologie di installazione

Dal punto di vista funzionale la configurazione tipica di un sistema CELERITAS EVO 1506 utilizzata per il rilevamento della velocità istantanea, prevede l'utilizzo del sensore LASER CMP3 sia per il rilevamento della velocità che per la eventuale classificazione dei veicoli. In funzione delle geometrie di installazione è inoltre possibile utilizzare, per il monitoraggio della medesima corsia due distinti apparati Laser: uno per il rilevamento della velocità e l'altro per la classificazione.

Segue una rapida illustrazione delle possibili tipologie di installazione dei sensori Laser, sia per il solo rilevamento della velocità istantanea, sia, nella modalità di rilevamento della velocità media, per la sola classificazione dei veicoli sia, infine, per il rilevamento della velocità istantanea combinato alla classificazione dei veicoli.

2.2.1 Monitoraggio singola corsia

Tipicamente il rilevamento della velocità istantanea su singola corsia viene effettuato collocando il Laser su di un palo dritto fuori della carreggiata.

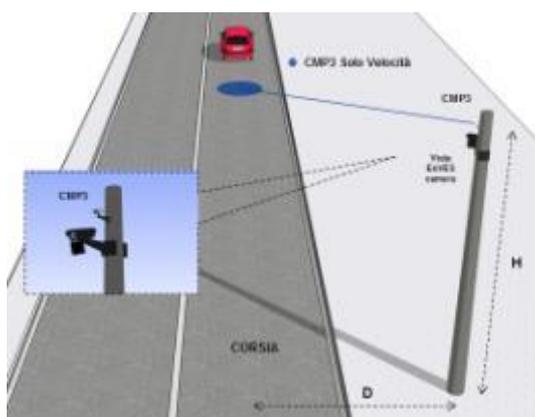
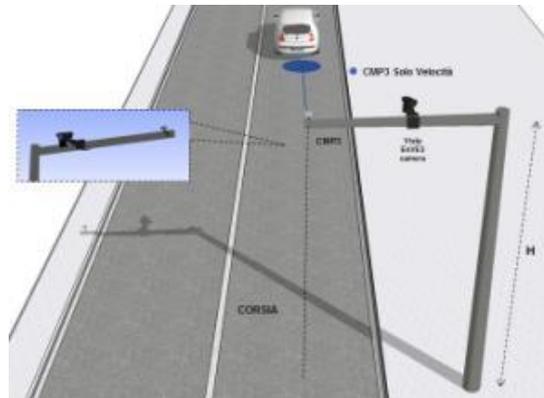


Figura 9 - tipico contesto di rilevamento velocità su singola corsia. Installazione su palo laterale

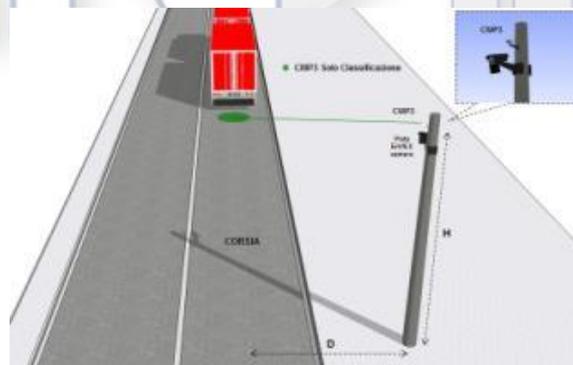
Ovviamente il sistema opera correttamente anche se il sensore Laser è collocato sopra la corsia monitorata.



**Figura 10 - tipico contesto di rilevamento velocità su singola corsia.
Installazione su palo a sbraccio**

Nella modalità di rilevamento della velocità media, il sensore Laser può essere utilizzato per la sola classificazione dei veicoli.

Tipicamente la classificazione dei veicoli su singola corsia viene effettuata collocando il Laser su di un palo dritto fuori della carreggiata.



**Figura 11 - tipico contesto di rilevamento velocità su singola corsia.
Installazione su palo laterale**

Ovviamente il sistema opera correttamente anche se il sensore Laser è collocato sopra la corsia monitorata.

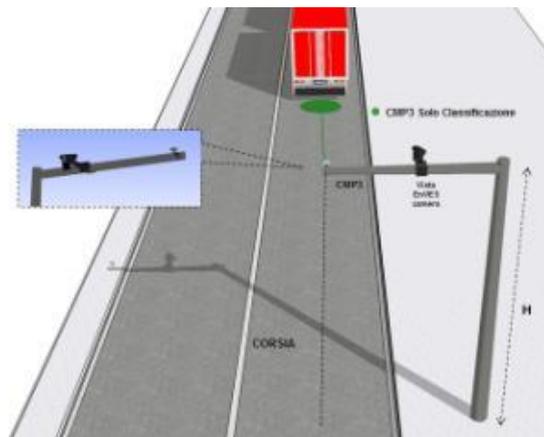
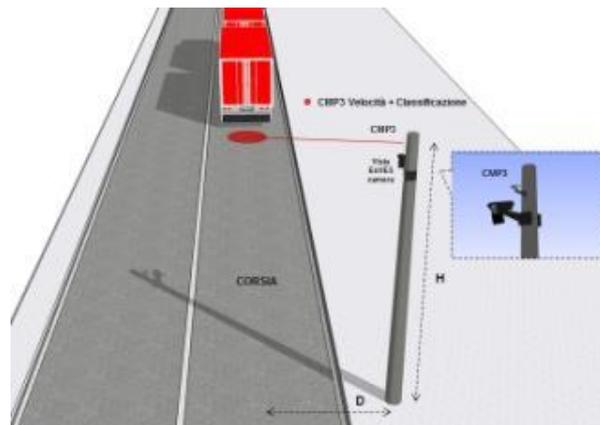


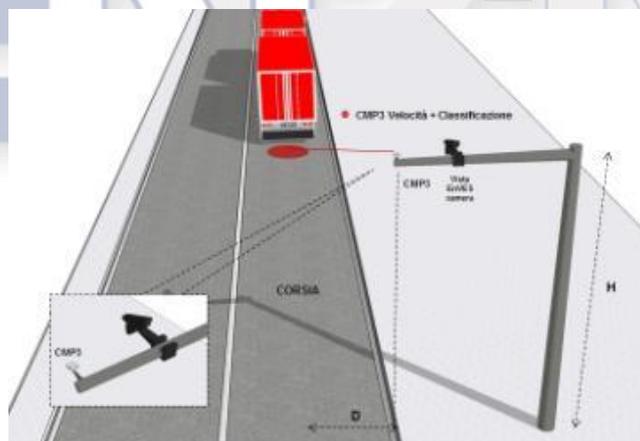
Figura 12 - tipico contesto di rilevamento velocità su singola corsia.
Installazione su palo a sbraccio



Nella modalità di rilevamento della velocità istantanea, il medesimo sensore Laser può essere utilizzato sia per il rilevamento della velocità che per la classificazione dei veicoli. Tipicamente in tali contesti un unico Laser viene collocato su di un palo dritto fuori della carreggiata ma prossimo ad essa oppure su di un palo con sbraccio tale che la proiezione del Laser risulti prossima al margine della carreggiata.

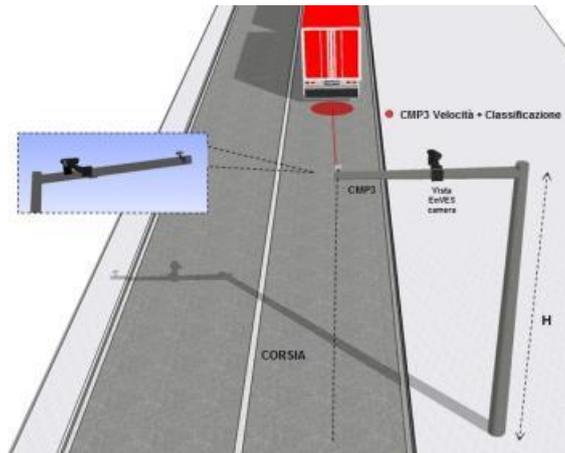


**Figura 13 - tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione veicoli su singola corsia.
Installazione su palo dritto**



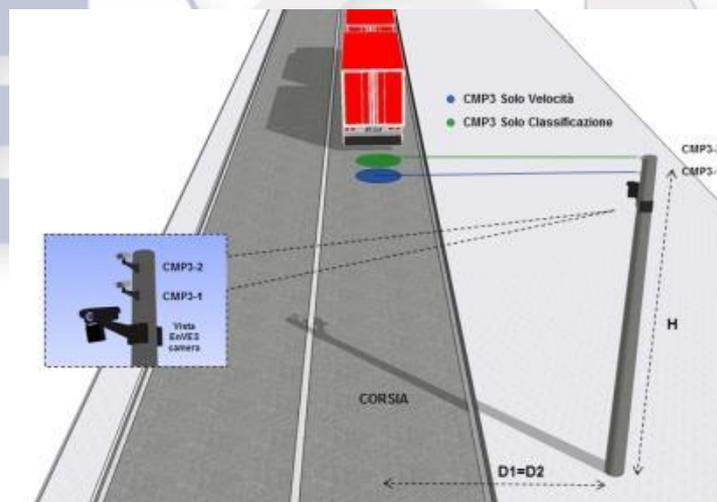
**Figura 14 - tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione veicoli su singola corsia.
Installazione su palo a sbraccio con laser installato in modo che la proiezione risulti prossima al margine della carreggiata**

Ovviamente il sistema opera correttamente anche se il sensore Laser è collocato sopra la corsia monitorata.



**Figura 15 - tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione veicoli su singola corsia.
Installazione su palo a sbraccio sopra la corsia monitorata**

Oltre un certo grado di disassamento dalla corsia da controllare (secondo quanto indicato nel manuale di installazione) occorre utilizzare due laser per la medesima corsia: uno specifico per il rilevamento della velocità l'altro per la classificazione.



**Figura 16 - tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione veicoli su singola corsia.
Installazione su palo in contesto disassato rispetto alla corsia da monitorare.**

2.2.2 Monitoraggio due corsie

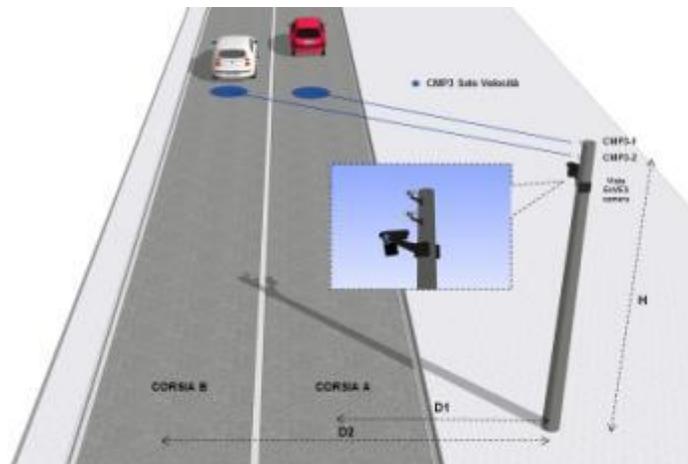


Figura 16 - tipico contesto di rilevamento velocità su due corsie con medesimo senso di marcia.
Installazione su palo laterale

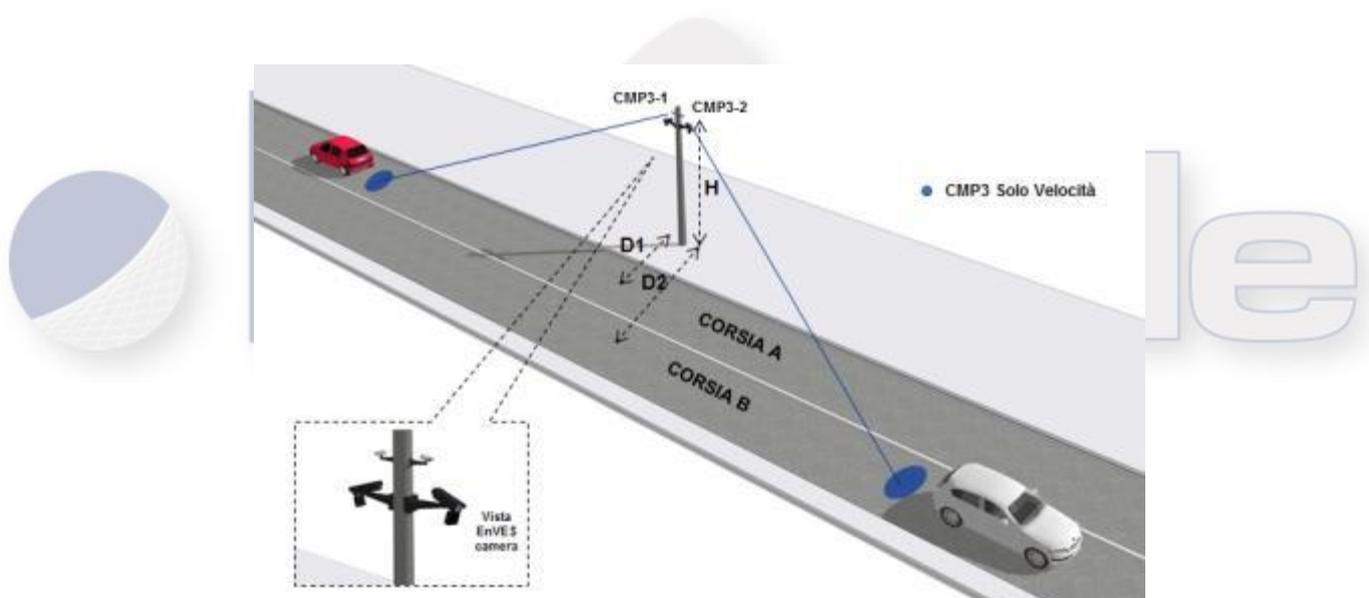


Figura 17 - tipico contesto di rilevamento velocità su due corsie con opposti sensi di marcia.
Installazione su palo laterale

Tipicamente per il rilevamento della velocità istantanea su due corsie entrambi i Laser (uno per ciascuna delle due corsie sulle quali viene effettuato il controllo della velocità) vengono collocati su di un palo dritto fuori della carreggiata. Ovviamente il sistema opera correttamente anche se uno dei sensori Laser è collocato sopra la corsia monitorata.

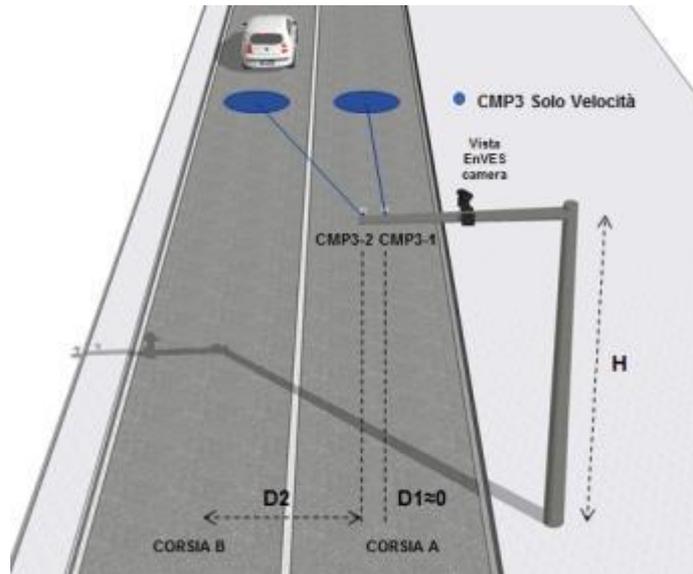


Figura 18 - contesto di rilevamento velocità su due corsie con stesso senso di marcia.
Installazione su palo a sbraccio

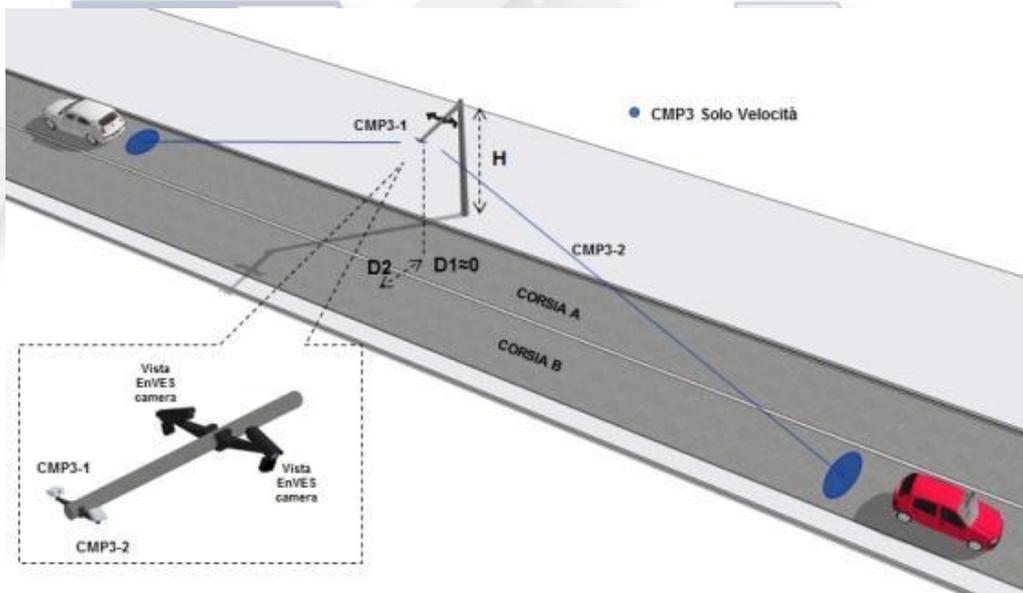


Figura 19 - contesto di rilevamento velocità su due corsie con opposti sensi di marcia.
Installazione su palo a sbraccio

Nella modalità di rilevamento della velocità media, ciascun sensore Laser può essere utilizzato per la sola classificazione dei veicoli su ciascuna corsia monitorata.

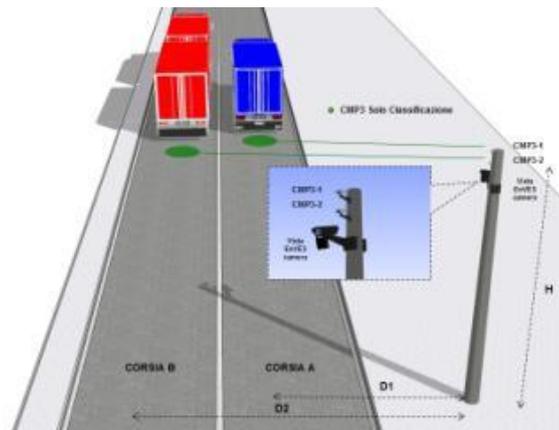


Figura 20 - tipico contesto di classificazione veicoli su due corsie con medesimo senso di marcia.
Installazione su palo dritto laterale

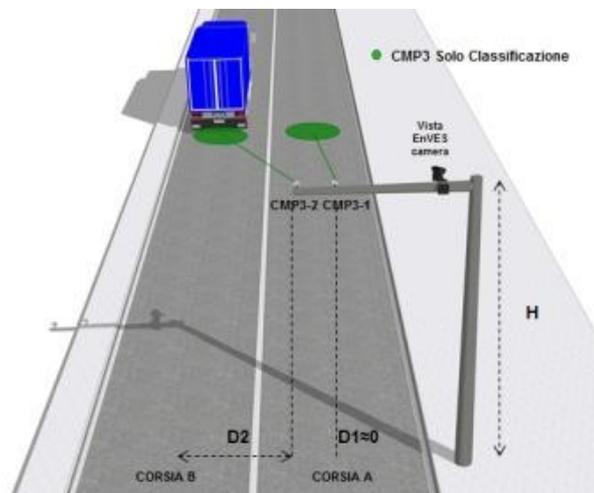


Figura 21 - tipico contesto di classificazione veicoli su due corsie con medesimo senso di marcia.
Installazione su palo laterale con sbraccio

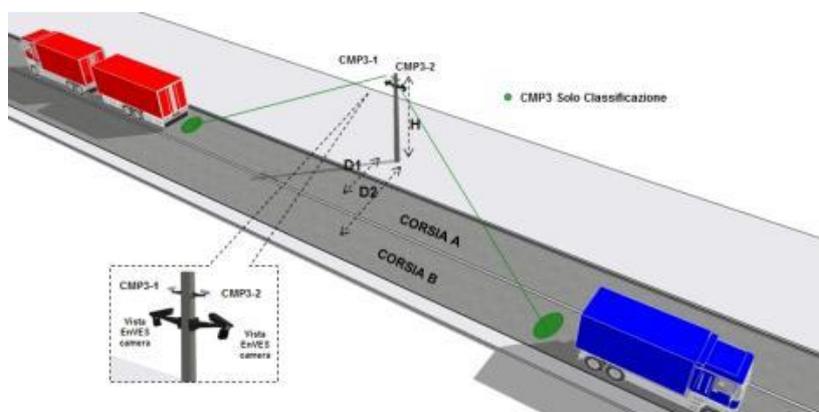


Figura 22 - tipico contesto di classificazione veicoli su due corsie con opposti sensi di marcia.
Installazione su palo dritto laterale

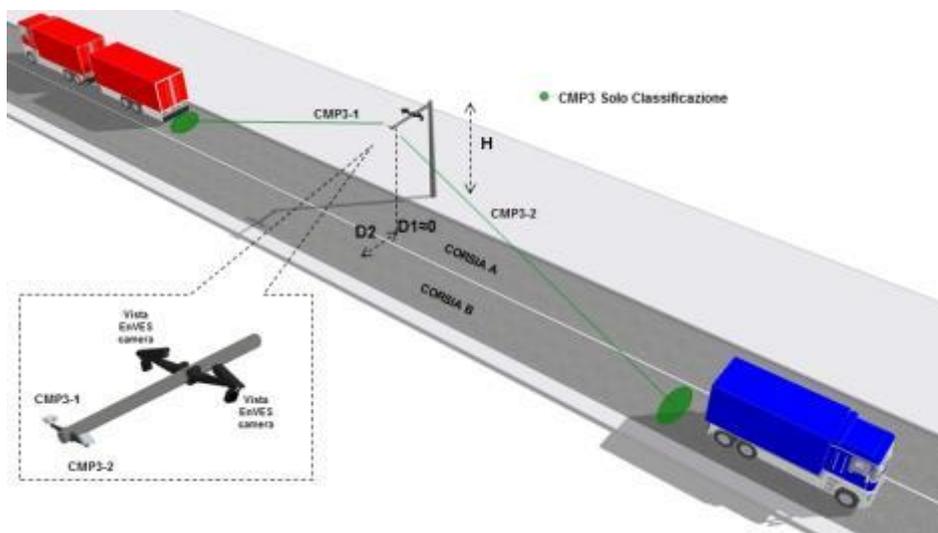


Figura 23 - tipico contesto di classificazione veicoli su due corsie con opposti sensi di marcia.
Installazione su palo laterale a sbraccio

Tipicamente quindi nella modalità di rilevamento della velocità media su due corsie con sensori Laser utilizzati per la sola classificazione dei veicoli entrambi i Laser (uno per ciascuna delle due corsie sulle quali viene effettuata la classificazione dei veicoli) vengono collocati su di un palo dritto fuori della carreggiata. Ovviamente il sistema opera correttamente anche se uno dei sensori Laser è collocato sopra la corsia monitorata o se lo sono entrambi (ad esempio per via dell'utilizzo di uno sbraccio più lungo, di un portale o di un cavalletto).

Infine, nei contesti in cui nelle due corsie viene effettuato il rilevamento della velocità con classificazione dei veicoli, tipicamente entrambi i Laser (un unico sensore Laser per ciascuna delle due corsie sulle quali viene effettuato il controllo della velocità istantanea e la classificazione dei veicoli) vengono collocati su di un palo a sbraccio in modo che le loro proiezioni (sempre nel rispetto delle geometrie indicate nel capitolo precedente) ricadano su una delle due corsie. Ovviamente il sistema opererebbe correttamente anche se la proiezione di ciascuno dei due sensori Laser fosse collocato sopra la rispettiva corsia monitorata.

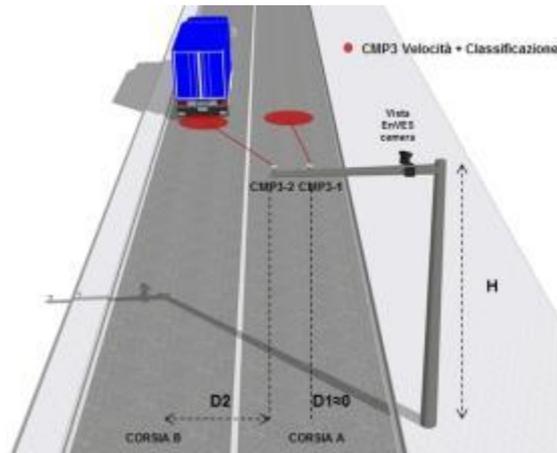


Figura 24 - tipico contesto di rilevamento velocità con classificazione veicoli su due corsie con medesimo senso di marcia. Installazione su palo laterale a sbraccio

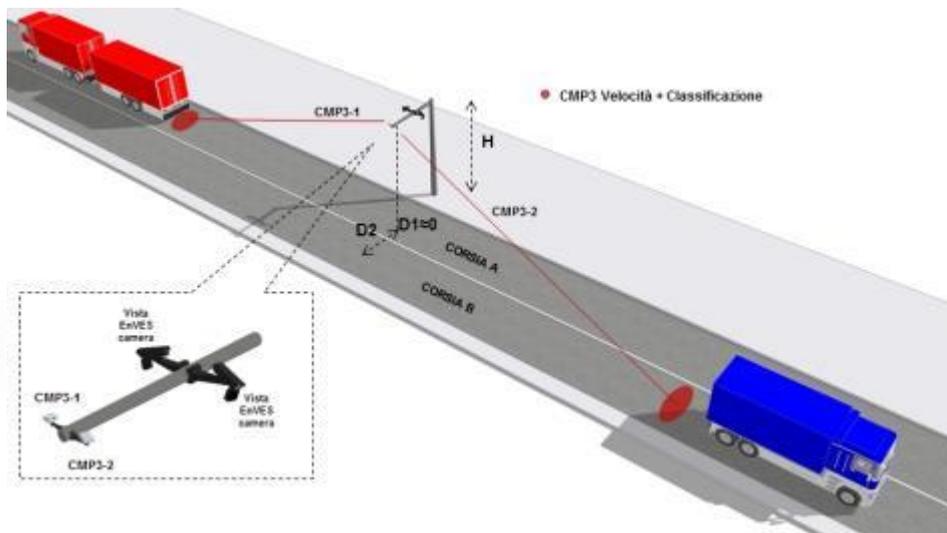
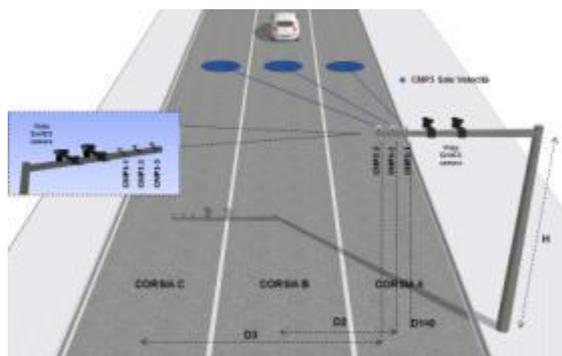


Figura 25 - tipico contesto di rilevamento velocità con classificazione veicoli su due corsie con opposti sensi di marcia. Installazione su palo laterale a sbraccio

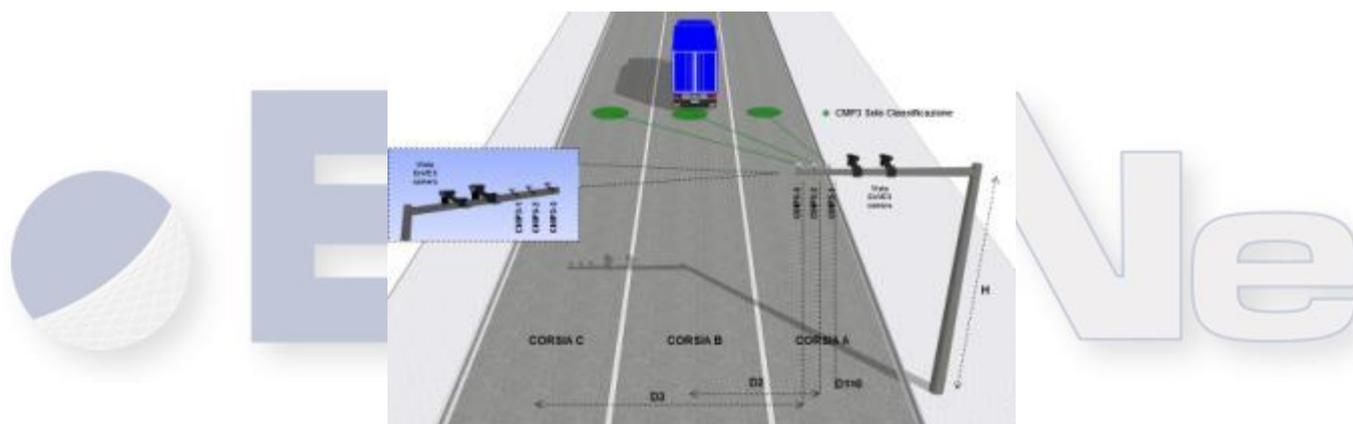
2.2.3 Monitoraggio tre corsie

Tipicamente, ma sempre nel rispetto delle geometrie indicate nel manuale di installazione, nel caso di rilevamento della velocità su tre corsie tutti e tre i Laser (uno per ciascuna delle tre corsie sulle quali viene effettuato il controllo della velocità) vengono collocati su di un palo a sbraccio in modo che le proiezioni ricadano sulla corsia più vicina. Ovviamente il sistema opera correttamente anche se lo sbraccio è più ampio ed i Laser sono in posizione meno disassata rispetto alle corsie monitorate.



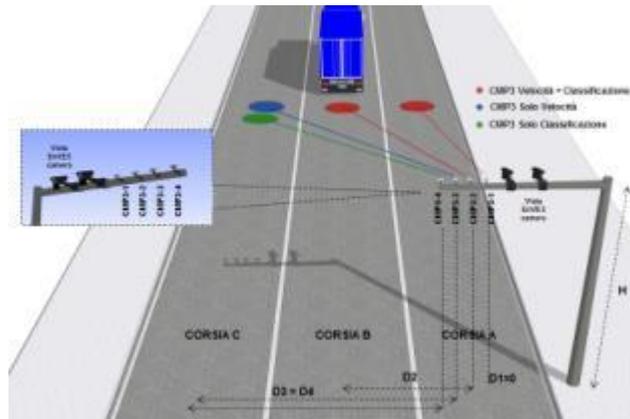
**Figura 26 - tipico contesto di rilevamento velocità su tre corsie.
Installazione su palo laterale a sbraccio**

Analoghe considerazioni valgono nel caso in cui si utilizzi il sistema in modalità rilevamento della velocità media utilizzando i Laser per effettuare la classificazione sulle tre corsie.



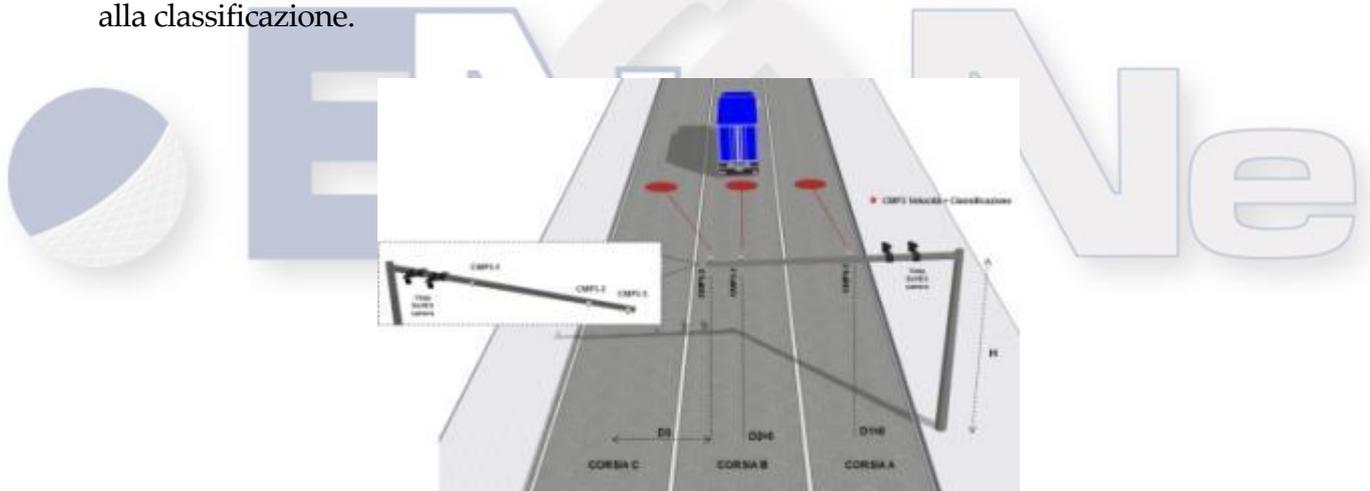
**Figura 27 - tipico contesto di classificazione dei veicoli su tre corsie.
Installazione su palo laterale a sbraccio**

Infine, nei contesti in cui nelle tre corsie viene effettuato il rilevamento della velocità con classificazione dei veicoli, tipicamente vengono utilizzati quattro sensori Laser: nelle due corsie più vicine se ne utilizza uno per ciascuna utilizzato sia per il rilevamento della velocità istantanea che per la classificazione, mentre in quella più distante se ne utilizzano due distinti, uno per il rilevamento della velocità istantanea e l'altro per la classificazione. Normalmente vengono collocati su di un palo a sbraccio in modo che le proiezioni ricadano sulla corsia più vicina.



**Figura 28 - tipico contesto di rilevamento della velocità e classificazione dei veicoli su tre corsie.
Installazione su palo laterale a sbraccio**

Ovviamente il sistema opera correttamente anche se lo sbraccio è più ampio ed i laser sono in posizione meno disassata; al limite, se lo sbraccio è sufficientemente lungo o se si dispone di un portale o di un cavalletto, sono sufficienti tre sensori Laser, ciascuno deputato per ciascuna corsia monitorata sia al rilevamento della velocità istantanea che alla classificazione.



**Figura 29 – tipico contesto di rilevamento velocità e classificazione dei veicoli.
Installazione su palo laterale a sbraccio profondo fino alla seconda corsia**

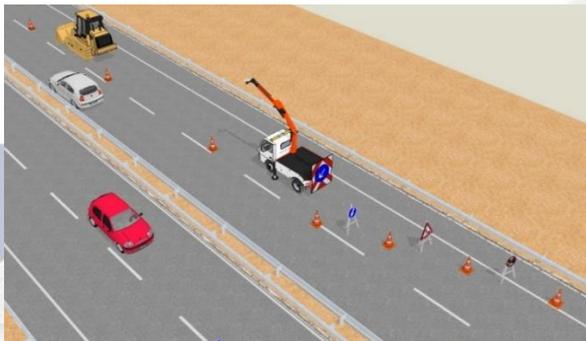
Nel caso di utilizzo in modalità presidiata, la distinzione tra differenti tipologie di veicoli soggetti a differenti limiti di velocità pesanti può essere effettuata anche direttamente dall'agente attraverso l'utilizzo di apposito modulo software di comunicazione con il sistema di rilevamento periferico.

2.3 Tipiche situazioni di utilizzo in modalità presidiata

Poiché il sistema CELERITAS EVO 1506 è approvato per il rilevamento della velocità istantanea e media **anche per l'utilizzo in presenza degli organi di polizia stradale (su qualunque tipo di strada)**, in tutti i contesti dove non è consentito l'utilizzo automatico (ad esempio laddove non sia stato ancora emanato il decreto prefettizio oppure nel caso di strada urbana non classificata come strada di scorrimento) ma dove sussista la necessità di controllo della velocità media con il sistema CELERITAS EVO 1506 è comunque possibile operare.

Tra i casi dove l'utilizzo della rilevazione della velocità media risulta più efficace ci sono i casi di attraversamento di una frazione abitata da parte di una strada di grande scorrimento così come le situazioni in cui vi sono dei cantieri. Si noti che in tali ultimi casi le postazioni, come da immagini di esempio, possono essere allestite anche su mezzi d'opera.

Inizio cantiere



Fine cantiere (con presidio)



3 Descrizione delle componenti

3.1 Sistema di Elaborazione EnVES12

Il sistema di elaborazione e trasmissione dati EnVES12 è costituito da un calcolatore embedded fanless compatto con grado di protezione IP66 per uso in esterno, dotato di modem integrato GPRS/UMTS/HSDPA per la trasmissione dati su rete cellulare alimentabile a una tensione da 8-60 VDC ed ha un consumo massimo di 50W.

L'apparato può essere collocato in un apposito schelcher ovvero direttamente all'esterno. Le dimensioni sono di 260 mm (W) x 286 mm (D) x 50 mm (H).

Il sistema è mostrato in figura:



Figura 30 – Elaboratore EnVES12

Il sistema di elaborazione è dotato di un hard disk da 2,5" SATA II Automotive da 100Gb per la memorizzazione in locale dei transiti.

A bordo è disponibile un modulo 3G GPRS/UMTS/HSDPA, da utilizzare in quei casi in cui non vi è rete cablata connessa al sistema.

Riassunto delle principali specifiche tecniche:

Caratteristica	Valore
Chassis	In metallo con apposito kit per ottenere il grado di protezione IP 66
RAM	2Gb DDR2 667/800 MHz SO-DIMM
Processore	Intel® Atom™ D510 1.66 GHz
Storage	2.5" SATA II HDD Automotive 100gb
Wireless	Modulo 3G GPRS/UMTS/HSDPA
I/O interface sul pannello frontale	4 x SMA Antenna holes, 1 x Power button, 1 x System Reset button, 2 x SIM Socket, 2 x USB, 4 x LED's for Stand-by, HDD, WLAN/HSDPA and GPO, 1 x Mic-in & 1 x Line-out
I/O interface sul pannello posteriore	2 x RS232, 1 x RS485, 1 x DB26 LVDS interface with 12V and USB 2.0, 2 x DB15 VGA, 2 x USB2.0, 3 x 10/100/1000 Ethernet, 1 x Mic-in & 1 Line-out, 1 x SMA antenna hole for GPS, 1 x GPIO (4 input & 4 output), 8V ~ 60V DC thru 3-pin connector (ignition, power & ground) 1 x 5V/1A and 12V/1A DC output, SMBus, 1 x Fuse
Range di temperatura di funzionamento	-40°C ~ +70°C
Certificazioni	CE approval FCC Class B e13 Mark (automotive)
Alimentazione	8V ~ 60V DC
Assorbimento massimo	50 W

Tale sistema di elaborazione si caratterizza per il fatto che con l'uso dell'apposito kit presenta un grado di protezione da acqua e polveri IP 66 per cui può essere

convenientemente collocato in uno schelster o armadio rack o stradale di mercato ma anche posizionato direttamente sul campo.

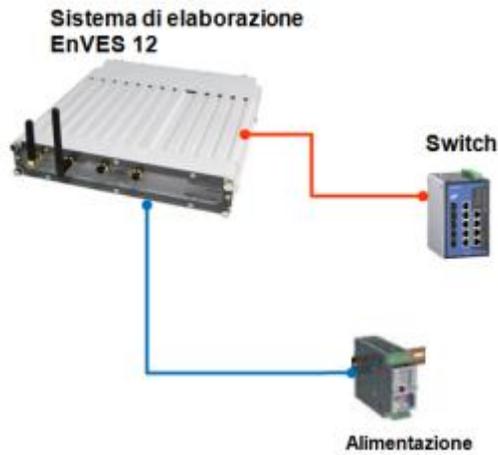


Figura 31 – Schema collegamento del sistema di elaborazione EnVES 12

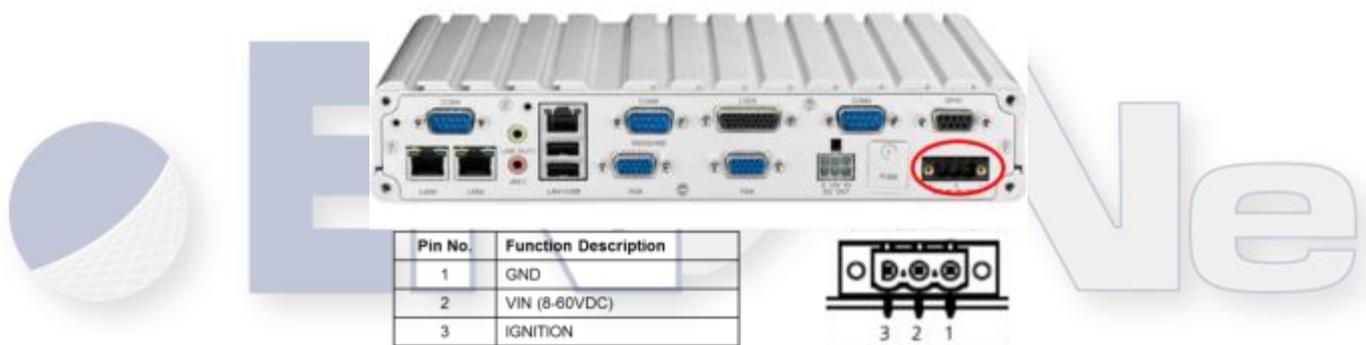


Figura 32 - Dettaglio alimentazione apparato di elaborazione EnVES 12 sul pannello posteriore

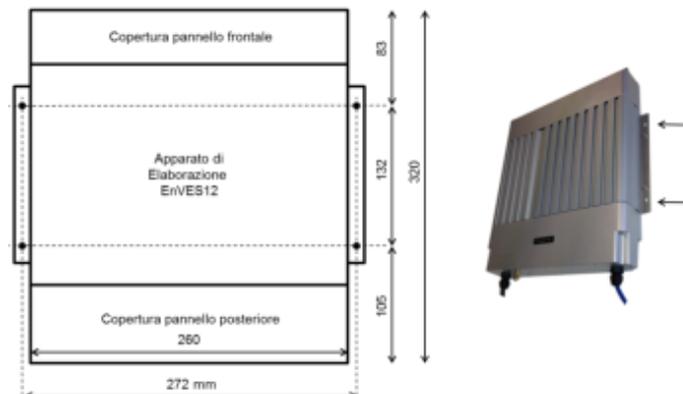


Figura 33 - Indicazioni per le misure di fissaggio a parete

3.2 Sistema di Elaborazione DELL Power EDGE R220

Il sistema di elaborazione DELL Power EDGE R220 è in formato Rack 19" ad una unità (1U)

L'utilizzo di tale sistema risulta particolarmente adatto in contesti provvisti di una infrastruttura tecnologica strutturata, localizzata in ambienti protetti dagli agenti atmosferici esterni, tipicamente operanti in ranges di temperatura non critici in alloggiamenti in armadi standard formato Rack 19"



Figura 34 – Sistema di elaborazione DELL Power EDGE R220

Le caratteristiche peculiari sono indicate in tabella:

Modello:	DELL Power EDGE R220
Processore:	Intel Xeon
Memoria RAM:	4 GB
Disco rigido:	HD sata min. 500 GB
Rete:	Dual Gigabit ethernet
Dimensioni:	Rack 1U - 42,4 mm x 434 mm x 394,3 mm (A x L x P)
Alimentatore:	250 W; selezione della gamma automatica (100-240 V)
Consumo:	Max. circa 65 W, medio circa 35 W
Range di Temperatura di utilizzo	da 10 °C a 35 °C

La connessione ai sistemi di ripresa (telecamere) ed agli eventuali dispositivi Laser, avvengono attraverso collegamento TCP-IP esattamente come per il sistema EnVES12

3.3 Sistema di Elaborazione EnCZ4b

Il sistema di Elaborazione EngiNe EnCZ4b, è un apparato embedded industriale che è stato appositamente progettato e realizzato da EngiNe per l'utilizzo ottimizzato in contesti operativi di rilevamento, automatico o presidiato, delle violazioni.



Figura 5 – Sistema di elaborazione EngiNe EnCZ4b

Le caratteristiche peculiari sono indicate in tabella:

Caratteristica	Valore
Tipo di sistema	Embedded
Dimensioni	164mm x 63mm x 34mm
Processore	ARM multicore
Sistema Operativo	Linux Embedded OS
RAM	2 GB
Storage Interno	64 GB
Storage Esterno (Opzionale)	64 GB Scheda SDHC
Capacità database	Fino a 100.000 transiti
Connettività	Ethernet 10 / 100 / 1000 Mbps USB per modem 3G (opzionale) USB per dongle WiFi (opzionale) USB per ethernet aggiuntiva (opzionale)
Conessioni pannello frontale	2 x USB3 type A socket 1 x Ingresso digitale Optoisolato 1 x Uscita digitale Optoisolata

	
 <p>Conessioni pannello posteriore</p>	1 x USB 2.0 type A socket 1 x RJ45 Ethernet Socket 1 x connettore di alimentazione 6V ~ 36VDC 1 x Micro SD Socket
Diagnostica del sistema	RGB status LED ad alta visibilità Watchdog hardware interno
Range di temperatura di funzionamento	-40°C ~ +70°C
Alimentazione	6V ~ 36V DC
Assorbimento massimo	25W

La connessione ai sistemi di ripresa (telecamere) ed ai eventuali dispositivi Laser, avvengono attraverso collegamento TCP-IP esattamente come per il sistema EnVES12.

Il sistema EnCZ4b **va utilizzato, sia in modalità automatica che presidiata, all'interno di un armadio stradale o quadro standard con grado di protezione non inferiore ad IP 54.**

3.4 Sistema di ripresa Vista EnVES04R

Il sistema di ripresa è costituito da telecamera ad alta risoluzione Day&Night ed illuminatore IR separati.

La telecamera è caratterizzata da un sensore 1/3" CMOS progressive scan da 2 megapixel risoluzione massima 1920x1080 pixel (FULL HD), ottica con zoom integrato 10 X da 5.1 mm a 51 mm, formato di compressione h264 ed MJpeg, scheda di memoria SDHC e processore grafico single chip solution, 256 MB Ram, Memoria Flash da 128 MB con S.O. Linux Embedded basato su Kernel 2.6.

Il sistema di illuminazione a LED separato è formato da IR Mod. EnHPIRLS-823 con frequenza di emissione centrata sugli 850 nm ed angolo di emissione di 20°.

L'alimentazione del sistema di ripresa può avvenire indifferentemente a 24 VAC e 12 VDC, mentre l'alimentazione dell'illuminatore **EnHPIRLS-823** deve avvenire con un alimentatore adatto ad erogare **corrente continua costante con voltaggio di 12V e range di corrente compreso tra 1 e 3 Ampere (si consiglia di non alimentare con correnti maggiori di 3 Ampere).**

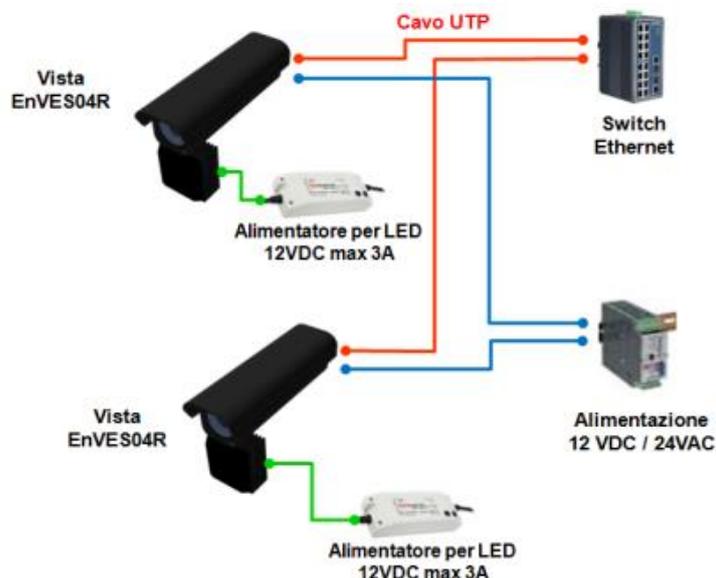


Figura 36 - Schema di collegamento apparati di ripresa Vista EnVES04R

La seguente tabella riassume le caratteristiche dell'apparato di ripresa:

Caratteristica	Valore
Risoluzione massima immagini (pixel)	1920x1080
Distanza massima di inquadratura (metri)	40
Numero di corsie coperte contemporaneamente	1 o 2
Angolo di vista orizzontale massimo	50°
Angolo di emissione LED	20°
Lunghezza d'onda della radiazione luminosa emessa (frequenza di picco λ , espressa in nm)	850
Classificazione secondo normativa fotobiologica IEC/EN 62471 a distanze minori di 80 cm	RISK GROUP 1
Classificazione secondo normativa fotobiologica IEC/EN 62471 a distanze maggiori di 80 cm	EXEMPT
Grado di protezione IP	66
Alimentazione ripresa	12VDC o 24VAC
Alimentazione IR	alimentazione in corrente costante 12V nominali

	minimo 1A massimo 3A
Assorbimento massimo parte di ripresa	20 W
Assorbimento massimo parte di illuminazione	50 W
Range di temperatura di funzionamento	-40 °C ÷ +70 °C

3.5 Sistema di ripresa Vista EnVES06

Il sistema di ripresa è costituito da telecamera ad alta risoluzione Day&Night ed illuminatore IR separati.

La telecamera è caratterizzata da un sensore 1/2.8" RGB CMOS progressive scan da oltre 2 megapixel risoluzione massima 1920x1200 pixel con frame rate fino a 30 fps e risoluzione 1920x1080 (FULL HD) con frame rate fino a 60 fps, ottica Megapixel varifocal tipica da 5.0 mm a 50 mm IR corrected (è possibile utilizzare anche ottiche Megapixel con zoom maggiore purché IR corrected), tempo minimo di shutter 1/33500 s, formato di compressione h264 ed MJpeg, scheda di memoria SDHC e processore grafico single chip solution, 512 MB Ram, Memoria Flash da 256 MB con S.O. Linux Embedded basato su Kernel 3.

Il sistema di illuminazione a LED separato è formato da IR Mod. **EnHPIRLS-8233** con frequenza di emissione centrata sugli 850 nm ed angolo di emissione di 20°.

L'alimentazione del sistema di ripresa ha range 12-28 VDC.

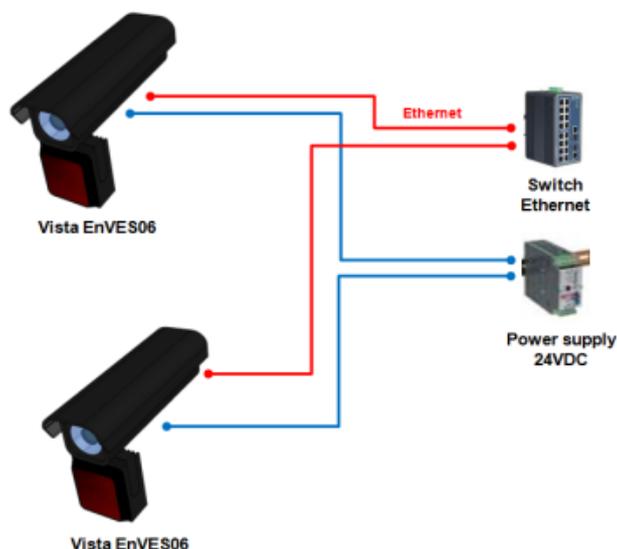


Figura 37 - Schema di collegamento apparati di ripresa Vista EnVES06

La seguente tabella riassume le caratteristiche dell'apparato di ripresa:

Caratteristica	Valore
Risoluzione massima immagini (pixel)	1920x1080 (60 fps) 1920x1200 (30 fps)
Distanza massima di inquadratura (metri)	50
Numero di corsie coperte contemporaneamente	1 o 2
Angolo di vista orizzontale massimo	55°
Angolo di emissione LED	20°
Lunghezza d'onda della radiazione luminosa emessa (frequenza di picco λ , espressa in nm)	850
Classificazione secondo normativa fotobiologica IEC/EN 62471 a distanze minori di 50 cm	RISK GROUP 1
Classificazione secondo normativa fotobiologica IEC/EN 62471 a distanze maggiori di 50 cm	EXEMPT
Grado di protezione IP	66
Alimentazione	12-28VDC
Assorbimento massimo parte di ripresa	20 W
Assorbimento massimo parte di illuminazione	40 W
Range di temperatura di funzionamento	-40 °C ÷ + 70 °C

3.6 Modulo LASER NOPTELCMP3



Figura 38 – Sensore Laser NOPTEL CMP3

Il dispositivo Laser NOPTEL CMP3 viene utilizzato all'interno del sistema CELERITAS EVO 1506, come elemento atto a rilevare la velocità dei veicoli ed alla loro classificazione nelle classi Veicolo Leggero e Veicolo Pesante.

In sostanza tale dispositivo è un telemetro ad alta precisione capace di migliaia di letture al secondo in funzione delle quali determina la velocità dei veicoli, la loro classe in funzione dell'altezza/lunghezza od entrambe.

Le caratteristiche tecniche di sintesi sono riportate nella tabella che segue:

Caratteristiche	Valore
Dimensioni	36x85x78 mm
Peso	375 g
Grado di protezione IP	66
Classe di sicurezza LASER (IEC/EN 60825)	1
Divergenza fascio LASER	20 mrad
Alimentazione	4,5 - 13,8 VDC
Massimo Assorbimento di Potenza	250 mA @ 12 VDC

Il sensore LASER CMP3 può essere installato in modo da rilevare i veicoli indifferentemente in allontanamento od in avvicinamento (puntando cioè rispettivamente la parte posteriore o anteriore dei veicoli in transito).

Il sensore LASER trasmette i dati relativi alle rilevazioni su canale seriale.

Il tipico schema di connessione è rappresentato in figura:

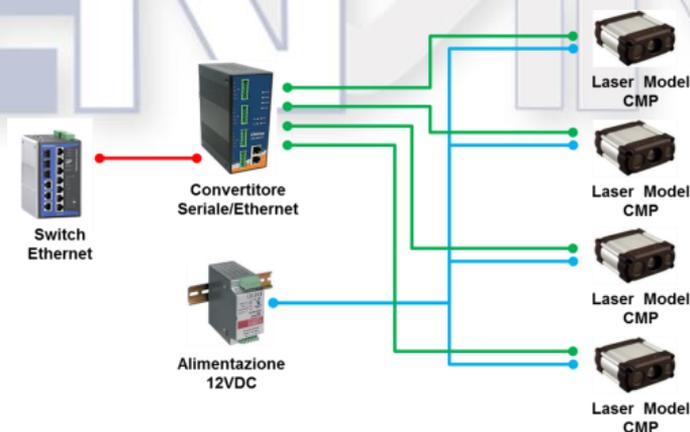


Figura 39 - Schema di collegamento apparati LASER CMP3

Tale sensore si caratterizza inoltre dalle ridotte dimensioni e dalla estrema semplicità e duttilità installativa.

Tipicamente viene utilizzata una cover protettiva in acciaio.



Figura 40 – Accessori di montaggio per LASER CMP3

4 Funzionamento del Sistema

Come descritto in precedenza, il sistema CELERITAS EVO 1506 è in grado di rilevare violazioni da superamento della velocità sia in modalità media che istantanea.

Nelle pagine che seguono sono descritte le modalità di funzionamento del sistema; in particolare vengono descritti:

- a) La modalità di rilevamento della velocità media attraverso la tecnologia PlateMatching (tecnologia che detiene 38 brevetti e che consente di rilevare le violazioni in modo marcatamente più efficace rispetto a metodologie tradizionali ed obsolete come l'utilizzo del semplice riconoscimento delle targhe), la modalità di rilevamento dei transiti dei veicoli attraverso un particolare algoritmo di Image Processing (EVIVD), la modalità con cui si effettua la classificazione dei veicoli in leggeri e pesanti attraverso tecnologia Laser non invasiva.
- b) La modalità di rilevamento della velocità istantanea attraverso sistema LASER, ed anche in questo caso la modalità con cui si effettua la classificazione dei veicoli in leggeri e pesanti attraverso tecnologia Laser non invasiva, la modalità di salvataggio delle immagini in formato criptato e la modalità di trasmissione protetta dei dati e delle immagini stesse, che garantiscono la assoluta tutela della privacy degli automobilisti.
- c) Cenni sulla metodologia di crittografia di dati ed immagini relativi alle violazioni accertate

4.1 Rilevamento della Velocità Media

Il sistema CELERITAS è nato con l'obiettivo di migliorare la tecnologia attualmente in uso per il controllo dei limiti di velocità media sulle strade ed oggi il più innovativo

ed efficace apparato di traffic management per il controllo e il rilievo automatico della velocità media con fini sanzionatori. L'efficacia del sistema CELERITAS si deve in modo determinante all'adozione di una tecnologia brevettata a livello internazionale denominata PlateMatching (**oggi sono riconosciuti ben 38 Brevetti a tale tecnologia in 4 continenti**) e si concretizza nel consentire di ottenere:

- ✓ Elevatissima affidabilità (superiore al 99%) nell'individuazione dei veicoli in infrazione
- ✓ Elevatissima efficacia del sistema anche nel monitoraggio della velocità dei veicoli con targa di qualunque nazionalità, deteriorata o contraffatta e di motoveicoli
- ✓ Necessità di semplici infrastrutture a bordo strada per l'installazione degli apparati

Il sistema opera nel seguente modo: un determinato tratto di cui si renda necessario monitorare il rispetto dei limiti di velocità viene delimitato da due stazioni periferiche.

Le stazioni periferiche sono quindi deputate a rilevare il transito di veicoli, ad acquisire le relative immagini, ad elaborarle al fine di individuare le informazioni utili ad individuare i transiti in violazione, a trasmettere al server, in modalità protetta, tali informazioni. Successivamente poi, qualora il server ne faccia richiesta in quanto ha individuato contesti di superamento dei limiti di velocità, provvedono a trasmettergli le immagini relative (sempre in modalità protetta) ai soli transiti rilevati in violazione.

Le altre immagini, quelle relative a transiti nel rispetto dei limiti di velocità nella tratta considerata, vengono rimosse direttamente dalla stazione periferica immediatamente oppure dopo un predeterminato lasso di tempo qualora sia attiva la funzionalità di salvataggio delle immagini (comunque in formato criptato al pari delle immagini relative alle violazioni) di tutti i veicoli in transito da utilizzarsi per eventuali scopi di polizia.

Va sottolineato che, ai fini dell'accertamento delle violazioni del limite di velocità in modalità media nel tratto considerato, il singolo veicolo **non viene identificato** presso i singoli sistemi di rilevamento ma viene individuato dal sistema solamente se ha percorso la tratta ad una velocità oltre i limiti ammessi, a tutto vantaggio della tutela della privacy degli automobilisti.

Il sistema elabora unicamente i transiti avvenuti oltre i limiti (cioè nei quali è stato impiegato un tempo inferiore al tempo minimo ammissibile per percorrere il tratto

sotto controllo alla velocità massima consentita). Una volta individuato che il veicolo è in infrazione, a partire dalla valutazione dell'esatto tempo impiegato per percorrere il tratto monitorato, il sistema semplicemente applicando la formula

$$\text{Velocità} = \text{Spazio percorso} / \text{tempo impiegato a percorrerlo}$$

valuta l'effettiva velocità media di percorrenza e quindi anche dell'entità del superamento del limite che comporta successivamente una specifica applicazione delle sanzioni previste.

Quando risulta necessario, limitatamente però alle arterie stradali dove il limite di velocità è differente per differenti categorie di veicoli, attraverso una valutazione della altezza e/o della lunghezza degli stessi, e dunque attraverso la loro distinzione in differenti categorie, il tempo di attraversamento minimo ammissibile sarà differenziato a seconda della categoria di veicoli rilevata (che è soggetta ad uno specifico limite di velocità). Ad esempio in una strada extraurbana con limite massimo di velocità a 90 km/h, il sistema valuterà la sussistenza delle violazioni considerando tale velocità massima di riferimento per i veicoli leggeri e 70 Km/h per i veicoli pesanti.

La valutazione della sussistenza o meno della violazione del limite di velocità e la determinazione dell'entità della violazione sono possibili grazie alla conoscenza della estensione della tratta monitorata ed al fatto che mantenendo sincronizzati i sistemi di elaborazione locale tramite NTP è possibile sia valutare che il transito è avvenuto con un tempo inferiore al minimo ammissibile per percorrere il tratto sotto controllo alla velocità massima consentita che, valutando l'esatto tempo di percorrenza, determinare l'effettiva velocità media di percorrenza.

Il server centrale riceve in diretta o in differita informazioni sui transiti, su questi opera la valutazione della sussistenza delle violazioni tenendo conto della riduzione della velocità prevista per legge (Per l'art. 1, d.m. 29 ottobre 1997, nell'impiego di apparecchi automatici per gli accertamenti della velocità deve essere applicata una riduzione pari al 5%, con un minimo di 5 km/h): in sostanza il tempo minimo ammissibile per percorrere il tratto sotto controllo alla velocità massima consentita è determinato tenendo conto anche di tale "abbuono" per l'automobilista.

Stabiliti i transiti in violazione l'unità centrale di elaborazione periodicamente o su input dell'utente si connette alle stazioni periferiche richiedendo la trasmissione

telematica delle immagini relative e la cancellazione sulle stazioni locali delle informazioni (dati ed immagini) relative ai transiti avvenuti a velocità regolare.

I transiti in sospetta violazione sono quindi archiviati sul server in attesa che un operatore autorizzato li verifichi e provveda alle procedure di accertamento delle infrazioni.

Ciascuna stazione di controllo periferica del sistema CELERITAS trasmette al server i dati del transito in modo autonomo e le immagini in sospetta violazione dei limiti di velocità solo su richiesta dell'unità centrale di elaborazione: è qui infatti che viene valutata la velocità di percorrenza sul tratto relativo alla/e stazione/i periferica/he considerate.

Sull'unità centrale di elaborazione i dati e le immagini relativi alle sospette violazioni verranno archiviate e rese disponibili agli operatori (vigili, agenti di polizia od altri soggetti autorizzati) addetti alle attività di verifica ispettiva. Questi provvederanno a verificare visivamente la corrispondenza del medesimo veicolo in entrambe le immagini, dei numeri di targa e i dati relativi a tempi e distanze percorse e quindi a porre in essere le attività sanzionatorie.

In sintesi il sistema CELERITAS funziona in una modalità basata sul tempo. Consideriamo ad esempio una sezione di strada da monitorare di 1 Kilometro soggetta ad un limite massimo di velocità di 70 Km/h (la velocità massima ammessa compresa la riduzione del 5% con minimo di 5 Km/h è pari a 75 Km/h) tutti i veicoli che attraversano la sezione in meno di 48 secondi hanno avuto una velocità di crociera di oltre il limite massimo, tutti quelli che hanno impiegato più di tale tempo sono transitati in regola con i limiti.

Schematicamente:

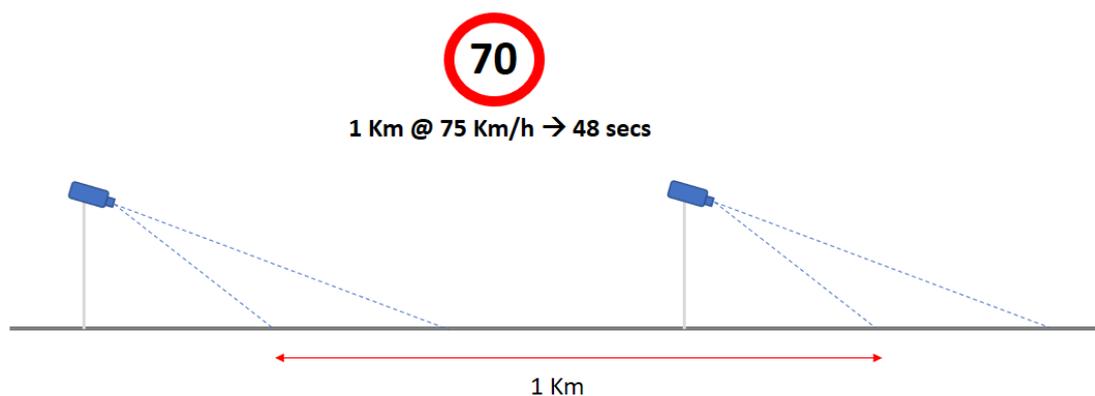


Figura 41a – Rappresentazione schematica del rilevamento della velocità media

Ogni volta che un veicolo passa nel primo check point il sistema acquisisce una immagine (la più adatta al riconoscimento) ed il suo tempo di transito.

Supponendo che il veicolo A (rosso) passi sotto per il primo check point alle 10:00:00

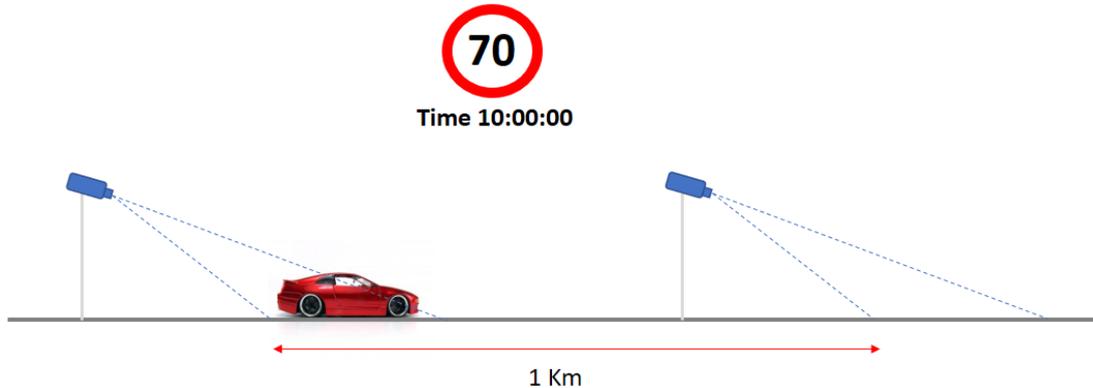


Figura 41b – Rappresentazione schematica del rilevamento della velocità media: passaggio di un veicolo (Veicolo A) attraverso il primo check point

e che il veicolo B (Blu) passi per il primo check point alle 10:00:05

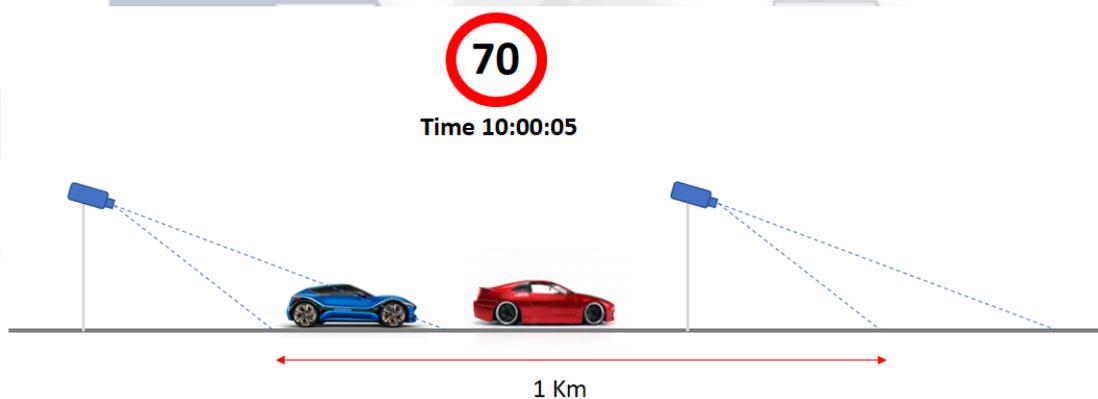


Figura 41c – Rappresentazione schematica del rilevamento della velocità media: passaggio di un secondo veicolo (Veicolo B) attraverso il primo check point

Lo stesso accade nel secondo check point ed in questo punto il sistema accoppia i veicoli e valuta la velocità media

Quindi se il veicolo B (Blu) passa sotto il secondo check point alle 10:00:43 ha percorso il tratto oltre il limite in un tempo inferiore al minimo ammissibile ed è considerato in infrazione

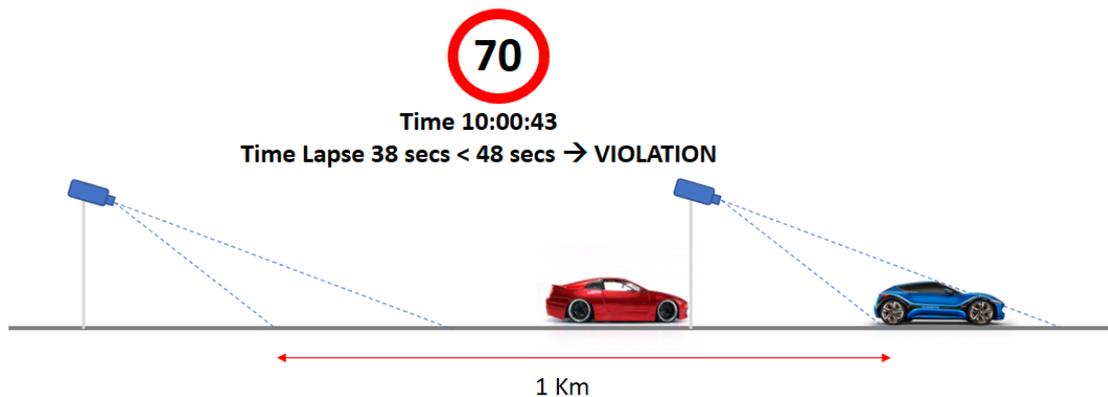


Figura 41d – Rappresentazione schematica del rilevamento del superamento dei limiti di velocità in modalità media: passaggio del veicolo B attraverso il secondo check point: avendo percorso 1 Km in meno di 48 secondi il veicolo risulta in violazione

Mentre se il veicolo A (rosso) passa sotto il secondo check point alle 10:01:15 ha percorso il tratto nei limiti

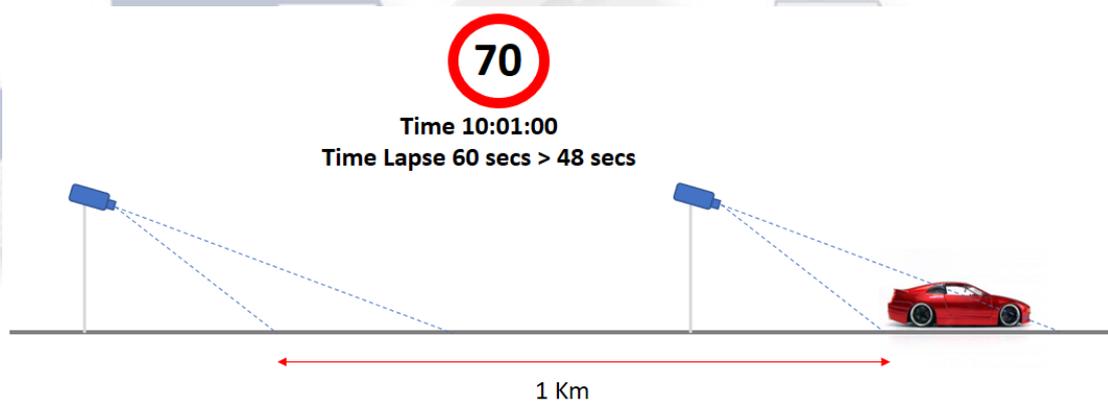


Figura 41e – Rappresentazione schematica del rilevamento di un transito a velocità al di sotto dei limiti: passaggio del veicolo A attraverso il secondo check point: avendo percorso 1 Km in più di 48 secondi il veicolo NON risulta in violazione e viene ignorato dal sistema

Solo se la velocità media rilevata è maggiore del limite (e della tolleranza di legge) le due immagini acquisite dalle due telecamere sono inviate sul server.

In questo esempio solo le immagini relative al veicolo blu vengono trasmesse al server e presentate all'operatore.

Sul server viene poi valutata l'effettiva entità della violazione. Nell'esempio il veicolo blu ha percorso il tratto monitorato in 38 secondi percorrendolo quindi ad una velocità media di 94,74 Km/h.

Si noti che il sistema NON RILEVA LE VIOLAZIONI ATTRAVERSO IL RICONOSCIMENTO DELLE TARGHE, PROCESSO QUESTO CHE AVREBBE UNA AFFIDABILITA' NOTEVOLMENTE INFERIORE.

Pur tuttavia successivamente alla rilevazione delle violazioni al fine di velocizzare le operazioni di convalida degli agenti è possibile eseguire un sw di riconoscimento targhe che se ha avuto esito positivo consente di visualizzare a video la targa del veicolo in infrazione: l'agente si trova quindi a confermare la targa del veicolo mostrato a video se questa è stata riconosciuta correttamente, a correggerla se non è stata riconosciuta correttamente oppure ad inserirla nel caso in cui non sia stata riconosciuta.

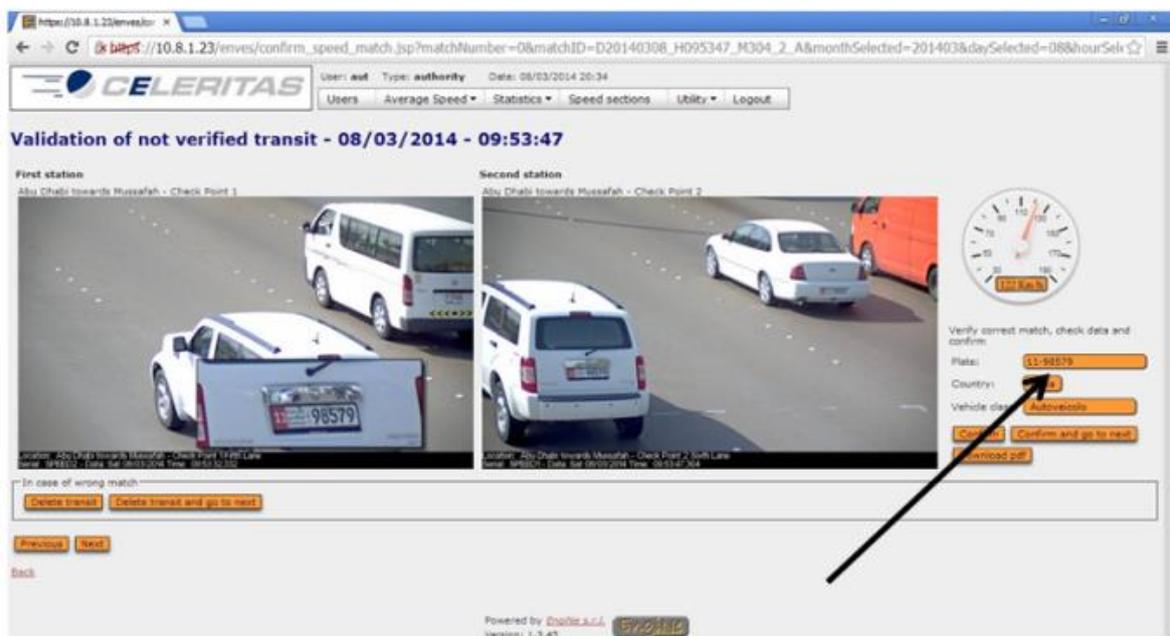


Figura 42 – Esempio di presentazione di una violazione rilevata a DUBAI (UAE)



Figura 43a – Esempio di presentazione di una violazione rilevata in Italia commessa da veicolo con targa italiana che è stata riconosciuta dal sistema di lettura targhe in ausilio all’attività di convalida degli agenti



Figura 43b – dettaglio della targa riconosciuta

SI VERIFICHERANNO AD OGNI BUON CONTO CASISTICHE IN CUI IL SISTEMA DI LETTURA TARGHE NON SARA’ IN GRADO DI RICONOSCERE LA TARGA DEI VEICOLI RILEVATI IN VIOLAZIONE (proprio per effetto della consistente superiorità, nel rilevamento delle violazioni da superamento della velocità media, della tecnologia PlateMatching rispetto al banale riconoscimento automatico delle targhe): IN TALI SITUAZIONI L’AGENTE ACCERTATORE DOVRA’ INSERIRE IL NUMERO DI TARGA E POI CONFERMARE L’ACCOPIAMENTO



Figura 44a – Esempio di presentazione di una violazione rilevata in Italia commessa da veicolo con targa straniera che NON è stata riconosciuta dal sistema di lettura targhe in ausilio all’attività di convalida degli agenti (ma comunque il sistema ha correttamente rilevato la violazione)

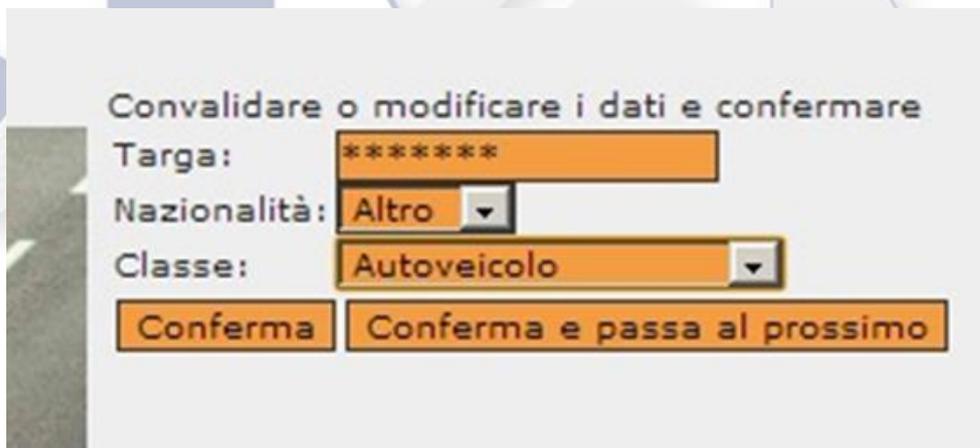


Figura 44b – dettaglio della targa NON riconosciuta

4.1.1 Rilevazione dell’attraversamento del tratto monitorato da parte di un veicolo: la tecnologia PlateMatching

Il sistema CELERITAS, utilizzando tale tecnologia denominata PlateMatching, tende ad eliminare gli inconvenienti presenti in altri sistemi noti di controllo della velocità

media ed in particolare in quelli che utilizzano sistemi di riconoscimento automatico delle targhe che trovano concrete ed insormontabili difficoltà in moltissime situazioni che si verificano nella pratica: infatti spesso alcuni caratteri non risultano leggibili per cui la targa non viene riconosciuta e comunque ad oggi è virtualmente impossibile disporre di un affidabile sistema di riconoscimento targhe valido per le diverse tipologie di targa previste nei diversi paesi (non essendo nota a priori la nazionalità del veicolo sarebbe necessario far processare le immagini da differenti moduli di elaborazione specializzati i quali comporterebbero tempi di elaborazione non compatibili con le esigenze del sistema compromettendone l'efficacia).

La figura che segue mostra come differenti caratteri possano venire misclassificati a causa del rumore presente sulle immagini:

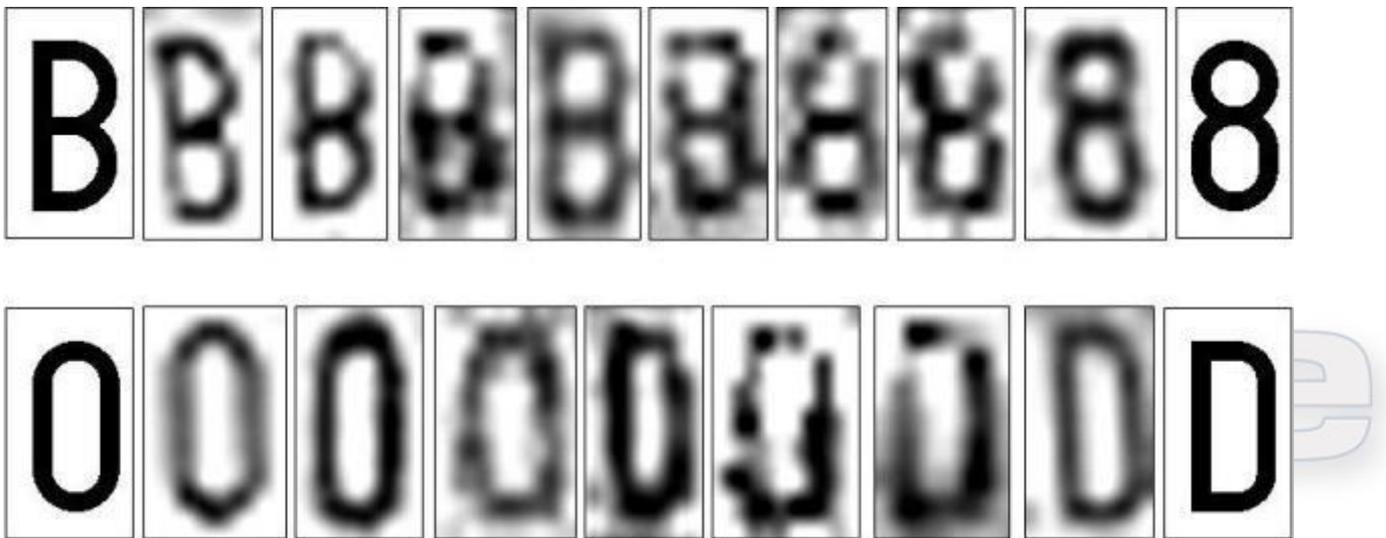


Figura 45 – tipico esempio in cui il rumore sulle immagini può comportare la misclassificazione di caratteri delle targhe

In questo caso si può notare quanto in alcuni casi possa risultare difficile la distinzione tra i caratteri B ed 8 così come 0 (Zero) e D.

La tecnologia di PlateMatching consente di valutare la corrispondenza tra due veicoli transitati presso le unità periferiche consentendo di stabilire corrispondenze, con altissima efficacia, attraverso brevi tempi di elaborazione, tra veicoli di tutte le nazionalità, essendo il PlateMatching una tecnologia indipendente dal formato delle targhe e dal font utilizzato dai loro caratteri.

La tecnologia PlateMatching consiste nella capacità di associare i vari elementi della targa (caratteri ed altri simboli) ad elementi di un alfabeto ristretto, l'alfabeto PM, utilizzato per la valutazione delle corrispondenze tra targhe. Viene in pratica applicato **un funzionale matematico non biiettivo** in grado di mappare i caratteri della targa in un nuovo alfabeto, raggruppandoli per classi di similitudine le quali hanno bassa probabilità di essere confuse tra loro: considerando ad esempio le sole targhe italiane, queste possono presentare 37 diversi tipi di carattere oltre l'indicatore blu che delimita la targa; nell'alfabeto PM che consta di 18 possibili simboli + 1 (che sta ad indicare un "non simbolo" ovvero che l'oggetto considerato non è riconducibile ad elementi dell'alfabeto PM, vi rientra anche lo spazio) nei quali racchiude i 38 sopra menzionati ad esempio verrebbero associati al simbolo PM θ_1 i caratteri delle targhe 0 (zero), D, O (vocale o), Q, al carattere PM θ_2 i caratteri delle targhe 1, I, J, T, oltre che il demarcatore di targa (che indicheremo per convenzione con !), al simbolo PM θ_3 i caratteri delle targhe 2, 7, Z, al simbolo PM θ_8 i caratteri delle targhe 8, B, E, F, al simbolo PM θ_{13} i caratteri delle targhe K, V, Y, X, al simbolo PM θ_{16} i caratteri delle targhe P, R ecc. . Si tratta di uno spazio che raccoglie e sintetizza i caratteri di partenza ed essendo caratterizzato da una numerabilità inferiore non rende possibile ritornare all'alfabeto precedente: il funzionale non è biiettivo.

Ciò significa che se in un dato stadio del procedimento di analisi delle corrispondenze potessimo accedere ai dati inviati da una stazione troveremo ad esempio θ_{11} θ_{13} θ_9 θ_3 θ_1 θ_8 θ_{16} che può corrispondere ad un elevato numero di targhe (CK920BR, GV97QFP e tante altre).

Il ricorso all'alfabeto ristretto si deve alla inevitabile presenza sulle immagini del rumore che normalmente tenderebbe ad indurre una possibile misclassificazione di un carattere con quelli che hanno la forma più simile; i simboli dell'alfabeto θ raggruppano i caratteri ed i numeri che presentano lo stesso tipo di contenuto informativo: il simbolo PM $\theta_1 = \{0 \text{ (zero), D, O (vocale 'O'), Q}\}$ sintetizza la caratteristica di "oggetto tondo" che ben si distingue dal simbolo $\theta_3 = \{2, 7, Z\}$ che sintetizza la caratteristica di "oggetto a zig zag". A meno di due elementi particolari dell'alfabeto PM che successivamente andremo ad individuare e motivare, il raggruppamento in questi 18 + 1 simboli consente di generare classi non solo ben distinte ma "equidistanti" secondo la metrica che viene utilizzata nel confronto (e che verrà illustrata successivamente).

In definitiva quindi si ha un raggruppamento col quale poi diviene possibile il confronto tra i veicoli rappresentati nelle immagini acquisite da due distinte unità periferiche che è reso possibile dal fatto che ai fini dell'individuazione della corrispondenza tra i veicoli non è necessaria l'identificazione esatta della loro targa in

ognuno dei due punti di rilevazione del transito ed ovviamente si ha bassa probabilità di misclassificazione in quanto gli elementi dell'alfabeto PM sono tali da raggruppare ciascuno classi di caratteri ben distinti tra loro.

Tradotto nella pratica il rumore sull'immagine in genere induce una deformazione del carattere attraverso la quale può aumentare la probabilità di confonderlo con un altro ma il carattere col quale lo si confonderebbe viene mappato (con altissima probabilità) con lo stesso simbolo dell'alfabeto PM e ciò consente di stabilirne la corrispondenza.

Naturalmente la presenza di una targa che possa essere scambiata con quella che realmente dovrebbe essere accoppiata non comporta automaticamente che ci debba essere un errore: il procedimento (**come tra l'altro impone la normativa vigente**) non è completamente automatico ma richiede come ultimo elemento un operatore che verifichi la corrispondenza del veicolo nelle due immagini relative ai transiti presso le due unità periferiche e decida se avviare le procedure sanzionatorie.

Il sistema è dunque autoregolamentato e per tale ragione anche qualora si fosse verificato un errore nell'accoppiamento di due transiti non è comunque possibile il camminamento di una indebita sanzione.

Una volta compreso il principio di funzionamento della tecnologia PlateMatching, va chiarito che l'alfabeto PM riceve in ingresso non solamente i caratteri delle targhe italiane standard ma anche quelli delle targhe atipiche (forze di polizia, carabinieri, croce rossa ecc.), targhe degradate, targhe realizzate ad hoc (capita spesso nei rimorchi dei mezzi pesanti) e quelli delle targhe di altre nazioni, in quanto, nel senso della tecnologia PM lo stesso tipo di contenuto informativo: un carattere 'A' di una targa italiana non è molto diverso da quello di una targa tedesca, francese, olandese, ceca, svizzera od altro e ne sintetizza la medesima caratteristica di "oggetto con la punta in alto": i caratteri di tutte le targhe dei vari paesi vengono mappati nei 18 + 1 simboli dell'alfabeto PM. In definitiva quindi un insieme molto molto ampio di caratteri viene mappato dal funzionale **non biiettivo** PM.

L'utilizzo della tecnologia PM relativa a tutti i tipi di targa, rispetto alle sole targhe italiane necessita solamente di piccoli emendamenti ad esempio le targhe tedesche presentano caratteri non presenti nelle targhe italiane tipo "Ü" che verrà mappato nel simbolo θ_{17} assieme alla "U", ed ancora le targhe francesi presentano due diversi tipi di 4, uno come nelle targhe italiane "aperto" 4 e di uno "chiuso" 4. Ebbene il primo viene ovviamente mappato nel simbolo PM $\theta_5=\{4\}$ mentre il secondo nel simbolo PM $\theta_{10}=\{A, 4\}$ assieme alla A.

Nella figura che segue è rappresentato lo schema di principio del funzionale non biiettivo PM:

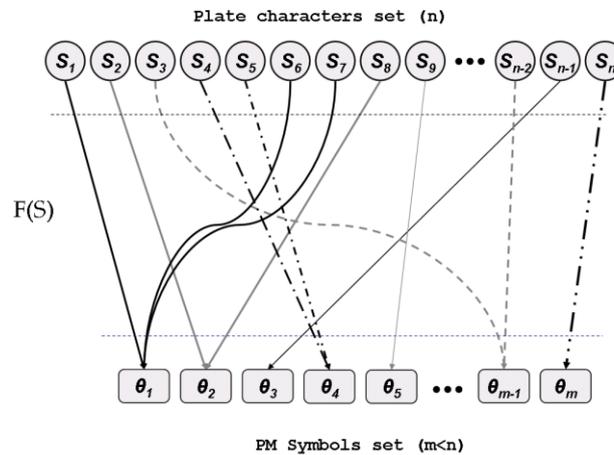


Figura 46 – schematizzazione dell'operatore matematico PM

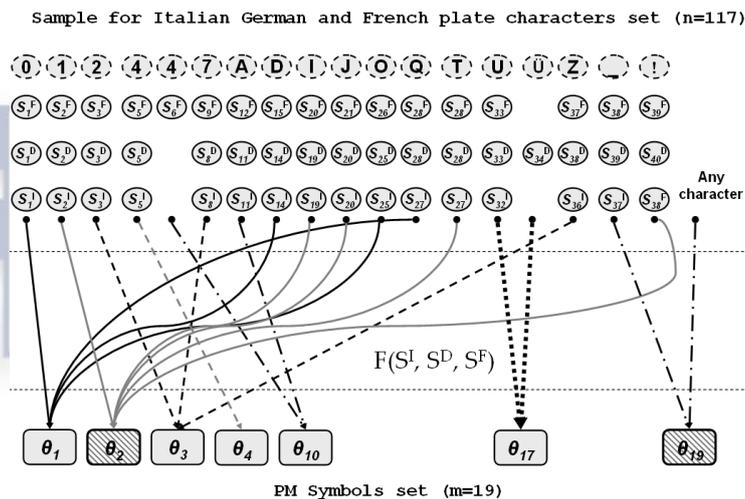


Figura 47 –esempio di operatore PM applicato a targhe italiane, tedesche, e francesi

Resta ora da descrivere come avviene il confronto tra stringhe PM.

Innanzitutto il confronto avviene sull'unità centrale di elaborazione e fissata una unità periferica: ogni transito rilevato su questa viene confrontato con i transiti rilevati sull'unità periferica a monte nell'arco temporale di pertinenza in base al limite di velocità (come descritto in precedenza).

Tipicamente da ogni immagine viene estratta una determinata stringa di caratteri dell'alfabeto PM.

Consideriamo ad esempio le figure che seguono e che rappresentano una possibile rilevazione in due diverse stazioni di monitoraggio (le targhe sono state modificate a tutela della privacy del proprietario),



Figura 48 –esempio di veicolo rilevato da due stazioni periferiche

applicando il procedimento all'immagine destra (relativa al transito presso l'unità periferica di riferimento) otterremo la sequenza:

$\theta_2 \theta_2 \theta_{11} \theta_{11} \theta_{19} \theta_6 \theta_7 \theta_2 \theta_{16} \theta_{12} \theta_2 \theta_2$

tali simboli PM sono determinati da (considerandoli uno per uno da sinistra a destra):

θ_2 stretta porzione di immagine che precede il demarcatore di targa scambiato per una I (ciò è anche dovuto al fatto che la posizione della targa nell'immagine è molto laterale)

θ_2 demarcatore di targa

θ_{11} carattere G

θ_{11} carattere G

θ_{19} spazio

θ_6 numero 5

θ_7 numero 6

θ_2 numero 1

θ_{16} carattere P

θ_{12} carattere M

θ_2 demarcatore di targa

θ_2 stretta porzione di immagine che segue il demarcatore di targa scambiato per una I

applicando il procedimento all'immagine sinistra (relativa al transito presso l'unità periferica a monte) otterremo la sequenza:

$\theta_2 \theta_{11} \theta_{11} \theta_{19} \theta_6 \theta_7 \theta_2 \theta_{16} \theta_{19} \theta_2$
tali simboli PM sono determinati da (considerandoli uno per uno da sinistra a destra):

θ_2 demarcatore di targa

θ_{11} carattere G

θ_{11} carattere G

θ_{19} spazio (spazio o simbolo non riconducibile ad altro caratteri PM sono mappati nell'ultimo elemento dell'alfabeto PM)

θ_6 numero 5

θ_7 numero 6

θ_2 numero 1

θ_{16} carattere P

θ_{19} non simbolo

θ_2 demarcatore di targa

notare che a differenza dell'immagine precedente a causa della mancanza di contrasto non si verifica la presenza dell'ulteriore carattere θ_2 dovuto alla stretta porzione di immagine che segue il demarcatore di targa.

Come si vede dall'esempio non è inconsueto dover confrontare stringhe di caratteri PM di dimensioni differenti (in questo caso la prima è di 12 elementi mentre la seconda di 10) e questo è dovuto alla presenza del rumore che può portare ad avere oggetti scambiati per caratteri o caratteri che non vengono considerati tali; il procedimento di verifica della corrispondenza determina anche il miglior allineamento possibile in modo da verificare la corrispondenza degli elementi determinati dai veri caratteri delle due targhe. Le due stringhe vengono fatte "scorrere" una sull'altra e per ciascuna delle posizioni di scorrimento viene creato un punteggio di accoppiamento dato dalla seguente formula.

$$\text{rank} = \sum_{i=1, \dots, C_m} (\alpha_i \times a_i \times b_i) \times \varepsilon$$

dove

C_m è la cardinalità della stringa più corta (nel nostro caso 10)

α_i rappresenta il premio/penalità di accoppiamento/disaccoppiamento per cui se i due simboli confrontati (nello spazio dell'alfabeto PM) sono uguali il fattore moltiplicativo

sarà un valore positivo se sono diversi sarà negativo. Fanno eccezione due soli simboli PM, $\theta_2 = \{ 1, I, !, J, T \}$ e $\theta_{19} = \{ \text{spazio, non carattere} \}$, che essendo derivati dagli elementi meno informativi danno luogo ad un valore di premio di accoppiamento minore rispetto agli altri accoppiamenti.

a_i e b_i rappresentano i livelli di confidenza nell'associazione di un simbolo in ingresso ad un determinato simbolo dell'alfabeto PM. Tali livelli di confidenza dipendono dalla qualità dell'immagine e quindi dal rumore, per cui più "pulito e/o nitido" è il carattere più è elevato il valore di confidenza col quale viene associato ad un determinato simbolo PM. I livelli di confidenza assumono tre possibili valori positivi che corrispondono a livello di confidenza alta, media, e bassa. Anche in questo caso c'è l'eccezione del carattere $\theta_{19} = \{ \text{spazio, non carattere} \}$ che assume sempre un ben determinato livello di confidenza e che assume un valore appena superiore al livello di confidenza basso relativo agli altri caratteri

ϵ è un valore di normalizzazione che riporta i valori in una scala prefissata (da 0 ad 1 ad esempio).

Di tutte le posizioni viene selezionata quella che fornisce il punteggio più alto (che corrisponde al confronto migliore, ovvero alla migliore sovrapposizione tra le stringhe) e se questo punteggio supera una certa soglia allora i due veicoli raffigurati dalle immagini possono essere accoppiabili.

Se invece tale valore non viene superato da nessuna delle immagini allora viene ripetuto il procedimento non considerando i caratteri θ_2 e θ_{19} . Nell'esempio precedente il confronto avverrebbe tra le stringhe:

$\theta_{11} \theta_{11} \theta_6 \theta_7 \theta_{16} \theta_{12}$

e

$\theta_{11} \theta_{11} \theta_6 \theta_7 \theta_{16}$

anche se in questa occasione il valore della soglia di accoppiamento necessario è più alta rispetto al caso precedente: è vero che gli elementi θ_2 e θ_{19} potrebbero aver indotto in errore a causa del rumore oppure, specie gli spazi possono essere più o meno individuabili a causa della differente inclinazione del veicolo sull'immagine, ma si tratta comunque di contenuto informativo per cui le stringhe depurate di tali elementi per essere considerate simili devono essere praticamente quasi uguali.

Ovviamente il meccanismo di confronto così come premia le stringhe simili penalizza quelle differenti per cui ad esempio considerando l'esempio dell'immagine seguente



Figura 49 –esempio di veicolo rilevato da una delle due stazioni. Se confrontato con una delle due immagini precedenti, il veicolo non sarà accoppiato in quanto si determina un fattore di accoppiamento modesto

otterremo la sequenza:

$\theta_2 \theta_8 \theta_{15} \theta_2 \theta_1 \theta_3 \theta_3 \theta_2 \theta_{12} \theta_2 \theta_2$

che fornisce un punteggio complessivo di accoppiamento piuttosto modesto; anche nella eventuale seconda verifica depurata dei simboli meno informativi nella quale la sequenza sarebbe:

$\theta_8 \theta_{15} \theta_1 \theta_3 \theta_3 \theta_{12}$

il punteggio complessivo di accoppiamento continuerebbe ad essere basso confermando che le immagini in questione hanno bassa similarità secondo l'algoritmo PM e quindi non raffigurano lo stesso veicolo.

La generalizzata immunità al rumore ottenibile mediante l'utilizzo della tecnologia PlateMatching consente al sistema CELERITAS di operare, in condizioni diurne, senza l'ausilio di illuminatori IR che tipicamente sono atti a ripulire le immagini dal rumore ambientale per cui le immagini sono a colori consentendo una più realistica documentazione della violazione.

4.1.2 Rilevazione del passaggio dei veicoli: modulo EVIVD (EngiNe Video Image Vehicles Detection)

Il modulo EVIVD è un modulo software di analisi immagini specializzato nel rilevamento dei veicoli.



Figura 50 –esempio di veicolo rilevato dal SW EVIVD

Tale modulo SW di identificazione dei transiti sfrutta le immagini acquisite dal sistema opportunamente sotto campionate per ridurre al minimo l'onere computazionale (tanto è vero che tale software viene tipicamente eseguito direttamente a bordo della telecamera) e vi implementa le cosiddette 'virtual loops' (spire virtuali). Tale software discende dalla filosofia delle spire induttive e risulta particolarmente utile in quanto consente di effettuare la rilevazione del transito dei veicoli richiedendo un semplice setup con pochi parametri da inserire; il software utilizza un meccanismo di spire virtuali poco sensibili nei confronti delle oscillazioni delle telecamere ed è caratterizzato da un basso carico computazionale grazie al limitato numero di pixel in esame. Inoltre è possibile sensibilizzare il sistema in modo tale da rilevare anche i transiti di mezzi di dimensioni ridotte, quali motocicli e ciclomotori in modo tale da non perdere nessun veicolo in transito. Il sistema di rilevazione così strutturato garantisce la rilevazione del transito dei veicoli e consente di disporre per ciascun transito di una o più frames per i successivi processi di elaborazione (algoritmo PlateMatching).

4.1.2.1 Rilevamento dei veicoli ad elevate velocità

Il software EVIVD consente di rilevare veicoli ad elevata velocità.

La massima velocità rilevabile infatti dipende da 3 fattori: l'area di analisi sensibile (su cui viene fatta l'elaborazione), il numero minimo di frames necessarie all'algoritmo EVIVD per rilevare il transito di un veicolo e la velocità di acquisizione delle immagini del sistema di ripresa (nel Vista EnEVS06, il massimo frame rate è di 60 fps).

Nel sistema CELERITAS in ogni stazione periferica di monitoraggio viene definita per ciascuna telecamera una Area di Sensibilità (AS) vale a dire l'area della porzione di strada rappresentata sull'immagine su cui avviene l'elaborazione ed all'interno della quale verrà a trovarsi il veicolo.

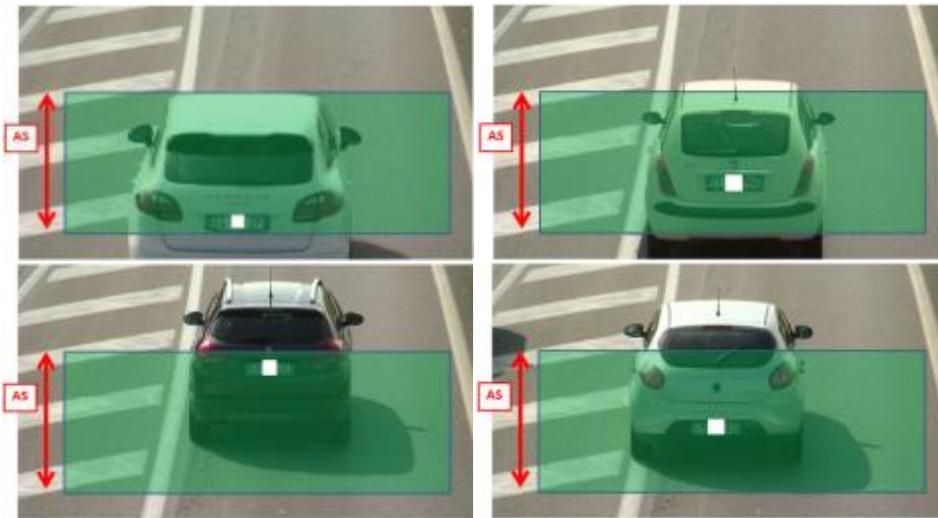


Figura 51 – rappresentazione dell’area in cui avviene la rilevazione dei veicoli definita come Area di Sensibilità (AS)

Il numero minimo di frames necessarie all’algoritmo EVIVD per rilevare un transito è di due frames. È quindi possibile stabilire per ogni valore della profondità dell’Area di Sensibilità e per ognuno dei due sistemi di ripresa la velocità massima con cui un veicolo in transito risulti immortalato almeno due volte all’interno della profondità utile. Per far questo occorre considerare un tempo di permanenza del veicolo all’interno dell’Area di Sensibilità pari, nel caso peggiore, al doppio del tempo che intercorre tra due frames.

Per fare il calcolo si consideri che dividendo la velocità espressa in Km/h per 3,6 la si converte in metri al secondo e moltiplicando per il doppio del frame rate massimo di ciascuno dei due sistemi di ripresa si ottiene lo spazio percorso dal veicolo in due frames successive: ad esempio un veicolo in marcia a 200 Km/h percorre ($200/3,6=55,56$), 55,56 metri al secondo, nel doppio del tempo che intercorre tra due immagini successive acquisite con il sistema Vista EnVES06 ($2 \times 1/60 = 0,033$ sec) il veicolo percorre meno di due metri ($55,56 \times 0,033 = 1,833$ m) per cui con una profondità dell’Area di Sensibilità di soli 2 metri utilizzando il sistema Vista EnVES06 vengono rilevati veicoli a velocità superiori a 200 km/h.

Di contro utilizzando il sistema Vista EnVES04R che è caratterizzato da un massimo frame rate di 25 fps, nel doppio del tempo che intercorre tra due immagini successive acquisite ($2 \times 1/25 = 0,08$ sec) il veicolo percorre poco meno di 4,5 metri ($55,56 \times 0,08 = 4,444$ m) per cui con il sistema Vista EnVES04R per rilevare veicoli a velocità di 200 Km/h occorre una profondità dell’Area di Sensibilità di almeno 4,5 metri.

Le tabelle che seguono riportano, per ciascuno dei due sistemi di ripresa, la massima velocità a cui è possibile rilevare i veicoli in funzione della profondità dell'Area di Sensibilità riscontrata/impostata in una determinata installazione.

N.B.: NELLA TABELLA CHE SEGUE NON SONO INDICATE LE VELOCITA' RILEVABILI IN VALORE ASSOLUTO (IL SISTEMA CELERITAS UTILIZZA L'ELABORAZIONE DEL VIDEO PER RILEVARE LA PRESENZA DEI VEICOLI, E NON PER MISURARE LA LORO VELOCITA' PUNTUALE) BENSÌ SONO INDICATE LE VELOCITA' MASSIME CHE I VEICOLI POSSONO AVERE DURANTE IL PASSAGGIO PRESSO LE STAZIONI DI MONITORAGGIO ALLE QUALI E' GARANTITO CHE IL SISTEMA SIA IN GRADO DI RILEVARLI. SI NOTI COME IL PASSAGGIO PRESSO UNA STAZIONE DI MONITORAGGIO A VELOCITA' ELEVATA NON SIGNIFICA CHE IL VEICOLO SARA' IN VIOLAZIONE IN QUANTO UN VEICOLO PUR PASSANDO AD ALTISSIMA VELOCITA' PRESSO UNA STAZIONE DI MONITORAGGIO POTREBBE PERCORRERE IL TRATTO MONITORATO COMPLESSIVAMENTE AD UNA VELOCITA' NEI LIMITI E NON RISULTARE IN VIOLAZIONE.

Profondità dell'Area di Sensibilità espressa in metri (PU)	Massima Velocità a cui è possibile rilevare i veicoli in transito espressa in km/h $(V_{MAX} = \frac{PU}{2} \times 3,6)$
1,5 m	163 km/h
2,0 m	218 km/h
2,5 m	272 km/h
3,0 m	327 km/h
oltre 3,0 m	Oltre 327 km/h (per la determinazione esatta dei valori applicare la formula $V_{MAX} = \frac{PU}{2} \times 3,6$)

Quindi con il sistema Vista EnVES06 a partire da una profondità dell'Area di sensibilità di soli 2 metri vengono rilevati veicoli fino a quasi 220 km/h. In caso di necessità prevedendo profondità di maggiore ampiezza vengono gestite tutte le

velocità anche solo potenzialmente sostenibili dai veicoli più veloci disponibili in commercio.

4.1.3 Posizione di rilevamento del veicolo sulle immagini relative alle violazioni accertate

Altro elemento di particolare rilevanza nel funzionamento del sistema CELERITAS è che siccome ogni veicolo in transito tipicamente compare più volte sulla scena inquadrata dalla telecamera l'algoritmo attraverso un meccanismo di determinazione di un opportuno parametro di confidenza, seleziona di tutte le immagini relative al transito, quella che ritiene più adatta (la migliore secondo la metrica dell'algoritmo). Ciò porta come conseguenza quella di determinare una incertezza, dell'ordine di grandezza della porzione di area inquadrata su cui avviene l'elaborazione, nell'individuazione esatta della distanza percorsa dal veicolo.

Le immagini che seguono consentono di spiegare il concetto: i vari veicoli accoppiati non si trovano sempre alla stessa altezza nelle immagini, ciò fa sì che ci sia una incertezza nella precisa determinazione della distanza percorsa dagli stessi (NB è comunque determinata con precisione la distanza tra le stazioni di rilevamento).

Nelle immagini che seguono relative a due differenti tratte, le righe rosse rappresentano le delimitazioni della tratta misurata (prima stazione a sinistra e seconda a destra) e si può constatare come i veicoli rilevati siano immortalati nelle immagini in posizioni differenti rispetto a tali riferimenti.

La presenza di tale incertezza in verità non compromette l'accuratezza della valutazione della velocità media di percorrenza o meglio non la compromette purchè risulti essere poco significativa rispetto alla distanza tra le stazioni di rilevamento, ovvero trascurabile rispetto a questa.

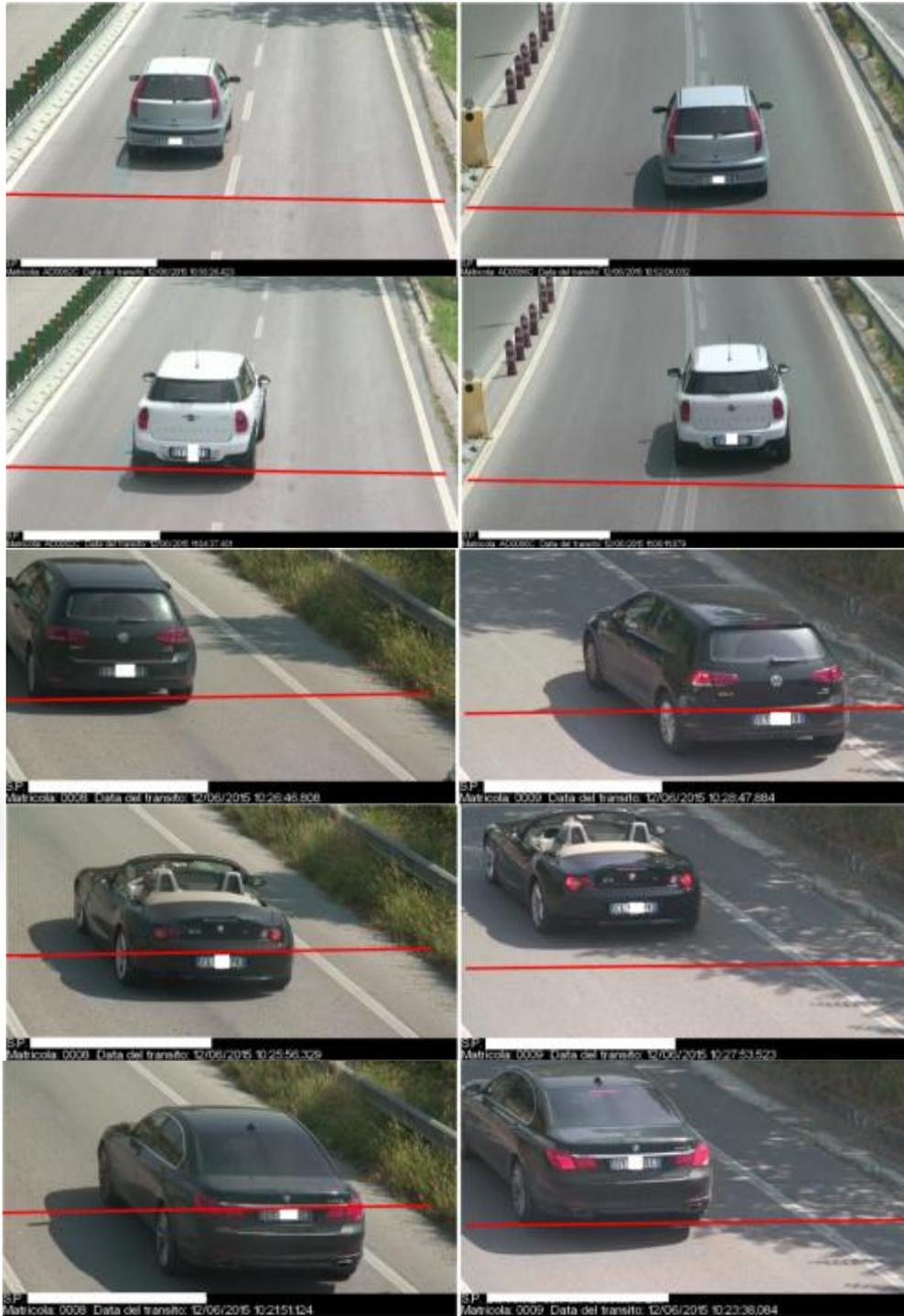


Figura 52 a,b,c,d,e – accoppiamenti dove i veicoli sono immortalati in posizioni non corrispondenti all’inizio ed alla fine tratta

4.2 Rilevamento della Velocità Istantanea

Il rilevamento della velocità istantanea avviene per mezzo del sensore Laser NOPTEL CMP3. Si tratta di un sensore laser convenientemente utilizzato per la misura della velocità dei veicoli e per la classificazione, in base all'altezza/lunghezza, degli stessi. Il sensore è dotato un diodo laser che emette un piccolo fascio di luce con una lunghezza d'onda di 905 nanometri. La luce laser emessa è conforme alle norme per la classificazione di sicurezza in classe 1 secondo la norma IEC/EN 60825 e quindi non comporta rischio alcuno per gli automobilisti; il puntatore, operante nello spettro visibile ad una lunghezza d'onda di 650 nm, ed utilizzato **ESCLUSIVAMENTE PER IL CORRETTO PUNTAMENTO DELL'APPARATO** è invece classificato in classe 3R ma essendo acceso solo durante le attività di puntamento iniziali non comporta alcuna emissione durante il normale utilizzo.

Il sensore LASER opera con il seguente principio: al momento dell'emissione dell'impulso inizia a calcolare il tempo di ciclo (un ciclo è dato dal tempo che impiega il fascio luminoso a raggiungere il bersaglio ed a tornare indietro). Quando il fascio luminoso incontra una superficie, e quindi anche la superficie di un veicolo, la luce viene riflessa verso il sensore. La ricezione di un impulso ferma la suddetta misura di tempo; dato che la velocità della luce è costante, è possibile calcolare la distanza del bersaglio in base al tempo impiegato dalla luce per compiere il percorso dal dispositivo all'oggetto e ritornare indietro (tempo di ciclo).

Poiché il laser con cui viene equipaggiato il sensore CMP3 è in grado di trasmettere 3000 impulsi al secondo è possibile effettuare circa 3000 misure di distanza per secondo.

Il sensore effettua la misura della velocità in una area chiamata area di misura (measurement window); le misure effettuate al di fuori di questa area verranno ignorate. Tipicamente la geometria utilizzata durante le rilevazioni prevede una distanza massima tra sensore e veicolo attorno ai 30-40 metri con una finestra di misura tipicamente di 10-15 metri.

Da quando un veicolo entra nell'area di misura fintantoché non esce dalla stessa, vengono acquisite e memorizzate tutte le distanze, il dispositivo analizza i valori e ne ricava una indicazione di velocità e di correlazione tra i valori usando l'algoritmo dei minimi quadrati. Una volta che il veicolo è uscito dall'area di misura viene calcolata la velocità confrontando i risultati ottenuti dalle misure.

NB: il dispositivo LASER, rilevando via via le distanze del veicolo dal sensore, percependo quindi la direzione del moto in allontanamento od in avvicinamento,

consente il rilevamento della velocità indipendentemente dalla direzione di marcia dei veicoli rispetto al sensore.

La tabella che segue sintetizza le caratteristiche del rilevatore di velocità a LASER:

Caratteristiche	Valore
Dimensioni	36x85x78 mm
Peso	375 g
Grado di protezione IP	66
Classe di sicurezza LASER (IEC/EN 60825)	1
Divergenza fascio LASER	20 mrad
Alimentazione	4,5 - 13,8 VDC
Massimo Assorbimento di Potenza	250 mA @ 12 VDC
Speed detection range ed accuratezza nella misura della velocità* <ul style="list-style-type: none"> • fino a 110 Km/h • da 110 Km/h a 260 km/h 	± 1 Km/h di incertezza ± 2 % di incertezza

*Come da prove in pista certificate da TUV Rheinland.

Essendo il fascio laser molto direttivo e focalizzato è necessario utilizzare un sensore NOPTEL CMP3 per ciascuna corsia su cui si necessita di rilevare la velocità.

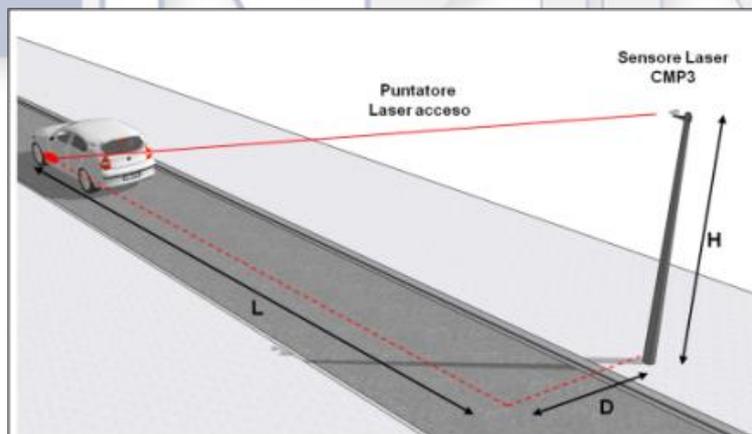


Figura 53- Misure H, L e D della geometria di installazione del sensore Laser CMP3

Il laser va posizionato su una adeguata struttura e puntato sulla corsia da monitorare in modo da rispettare i seguenti vincoli (le lettere indicate corrispondono a quelle della figura precedente):

- Altezza sul piano stradale H compresa tra 3 ed 8 metri

- Disassamento D rispetto al centro corsia minore di 8 metri
- Distanza L di puntamento minore di 50 metri e comunque maggiore del massimo tra $4,5H$ e $4,5D$

Queste relazioni possono essere sempre rispettate ricorrendo a pali dritti, pali a sbraccio oppure cavalletti. L'esiguo peso dei dispositivi permette l'uso di strutture particolarmente esili visto che gli apparati di ripresa possono essere comodamente installati altrove in quanto devono rispettare vincoli geometrici meno stringenti. Facendo riferimento alla corsia da monitorare il sensore può essere montato nelle regioni verdi del seguente schema di posizionamento. In base alla posizione scelta è riportato il valore di L_{MIN} di puntamento calcolato come 4,5 volte il maggiore tra D e H.

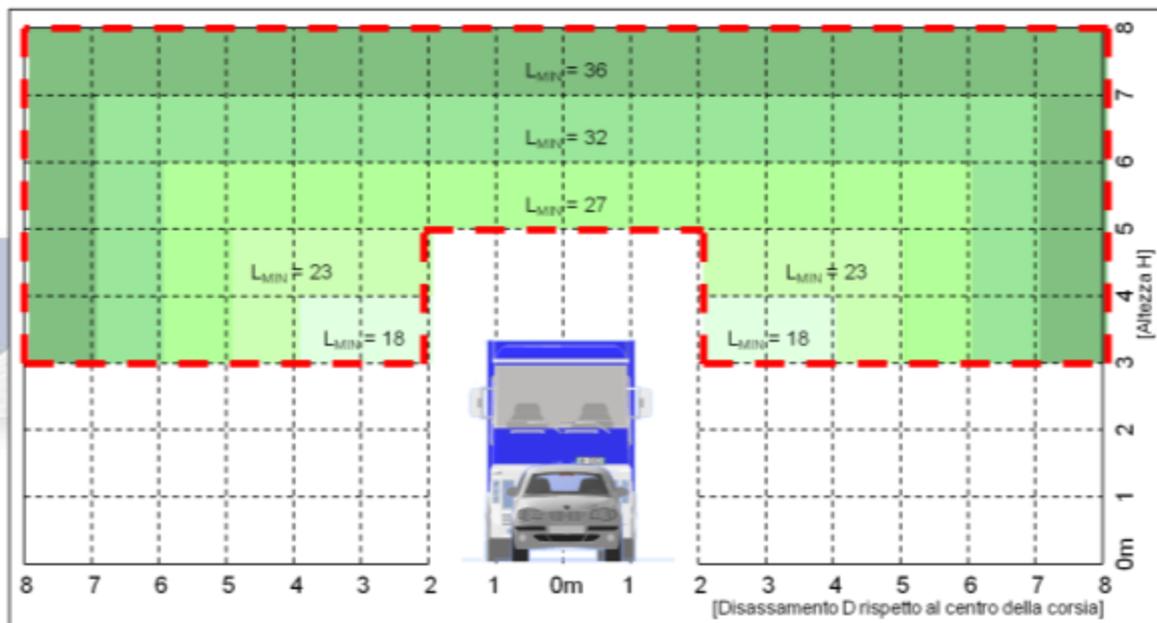


Figura 54 - Schema per il posizionamento del laser CMP3 per la sola misura della velocità

4.2.1 Verifica a posteriori della velocità rilevata

Caratteristica degna di nota del sistema CELERITAS 1506 utilizzato in modalità istantanea è la capacità del server di poter importare dal sistema periferico, oltre all'immagine relativa all'istante in cui il sensore LASER ha misurato la velocità in eccesso (immagine di trigger) anche una sequenza di immagini precedenti e successive al fine di consentire la verifica della effettiva velocità del veicolo rilevato in infrazione.

Qualora l'apparato sia configurato per trasmettere sul server la sequenza di immagini relativa al transito di un veicolo in eccesso di velocità, è possibile, eventualmente su richiesta dell'interessato del veicolo in violazione, verificare direttamente sulle immagini l'effettiva velocità di transito.

Detta rappresentazione con immagini del transito dove in ogni fotogramma è ben visibile la targa del veicolo, l'istante temporale di acquisizione delle immagini ed i riferimenti sulla strada di cui è stata misurata la distanza in fase di installazione del sistema consentono in modo semplice ed ineccepibile la verifica della velocità di percorrenza da parte degli interessati.

Tale sistema consente quindi la verifica dell'effettiva velocità su una pluralità di immagini REALI senza dunque il ricorso a fotomontaggi (come avviene in altri sistemi) che oltre che discutibili da un punto di vista concettuale risultano in ogni caso difficilmente comprensibili in quanto privi dei più elementari parametri di valutazione da parte dei soggetti interessati.

Il procedimento di verifica si articola nelle seguenti fasi:

- 1) Viene dapprima selezionata la maschera con dei riferimenti misurati a terra durante le fasi di installazione



Figura 55 – Schema rilevamento della velocità dall'anteriore

In questo esempio sono stati misurati 6,5 metri di strada ad intervalli di 50 centimetri. Successivamente viene ad essere selezionata la prima immagine da utilizzarsi per la verifica e scelto un punto di riferimento a terra



Figura 56 – selezione della prima immagine da utilizzare in fase di verifica

Il sistema memorizza la posizione ed il riferimento temporale dell'immagine relativa. Poi viene ad essere selezionata la seconda e selezionato il medesimo punto di riferimento a terra (in questo caso la ruota posteriore destra)

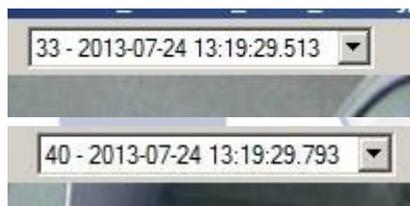


Figura 57 – selezione della seconda immagine da utilizzare in fase di verifica

Il sistema quindi facendo riferimento alle misure disponibili è in grado di risalire ad una valutazione sufficientemente accurata della distanza percorsa (in questo caso 5,02 metri) ed al tempo impiegato per percorrerla (in questo caso 0,280 secondi) e quindi alla velocità consentendo di riscontrare la correttezza della rilevazione.



Figura 58 – valutazione della velocità attraverso lo spazio percorso ed il tempo intercorso tra le immagini acquisite



riferimento temporale prima immagine

riferimento temporale seconda immagine

Figura 59 – dettaglio dei riferimenti temporali delle due immagini utilizzate per la verifica



Figura 60 – dettaglio delle risultanze della verifica diretta della velocità

4.3 Classificazione dei veicoli

Il sensore Laser Noptel CMP3 effettua inoltre la classificazione dei veicoli in funzione della loro altezza misurando di continuo la distanza dal veicolo in transito.

Con riferimento al seguente schema per il posizionamento in pratica devono essere approntate le strutture necessarie per montare il sensore CMP3 in modo che rispetto alla corsia da monitorare ricada in una delle regioni verdi.

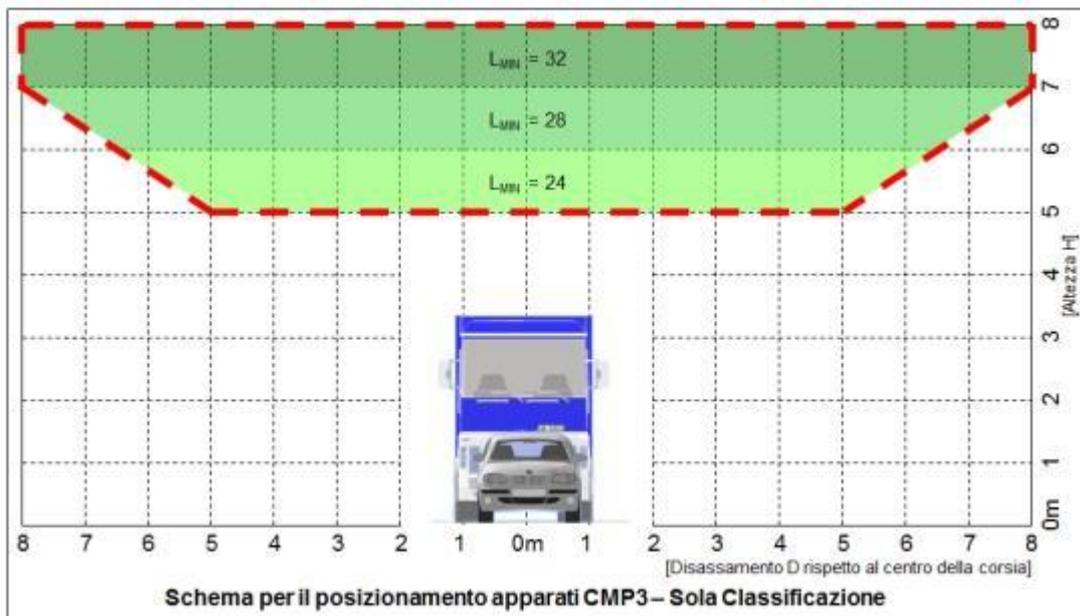


Figura 61 – Schema per il posizionamento del laser CMP3 per la sola classificazione

4.3.1 *Classificazione dei veicoli e Rilevamento della Velocità Istantanea con il medesimo sensore Laser*

In genere per poter disporre di maggiori gradi di libertà in fase di installazione in una determinata corsia dove risultano necessari sia il rilevamento della velocità che la classificazione dei veicoli vengono utilizzati due distinti dispositivi Laser NOPTEL CMP3: uno dedicato al rilevamento della velocità ed uno alla classificazione dei veicoli.

Pur tuttavia se le geometrie installative lo consentono è altresì possibile utilizzare un solo dispositivo Laser NOPTEL CMP3 atto sia alla rilevazione della velocità che alla classificazione dei veicoli.

Facendo riferimento alla corsia da monitorare il sensore può essere montato nelle regioni verdi del seguente schema di posizionamento. In base alla posizione scelta è riportato il valore di L_{MIN} di puntamento calcolato come 4,5 volte il maggiore tra D e H. Lo schema per il posizionamento del sensore Laser CMP3 rispetto alla casistica in cui viene utilizzato esclusivamente per il rilevamento della velocità vede notevolmente ridotte le geometrie

compatibili. I sensori CMP3 in questo caso devono essere necessariamente montati sopra alla corsia interessata oppure nelle immediate vicinanze rispettando il seguente schema per il posizionamento.

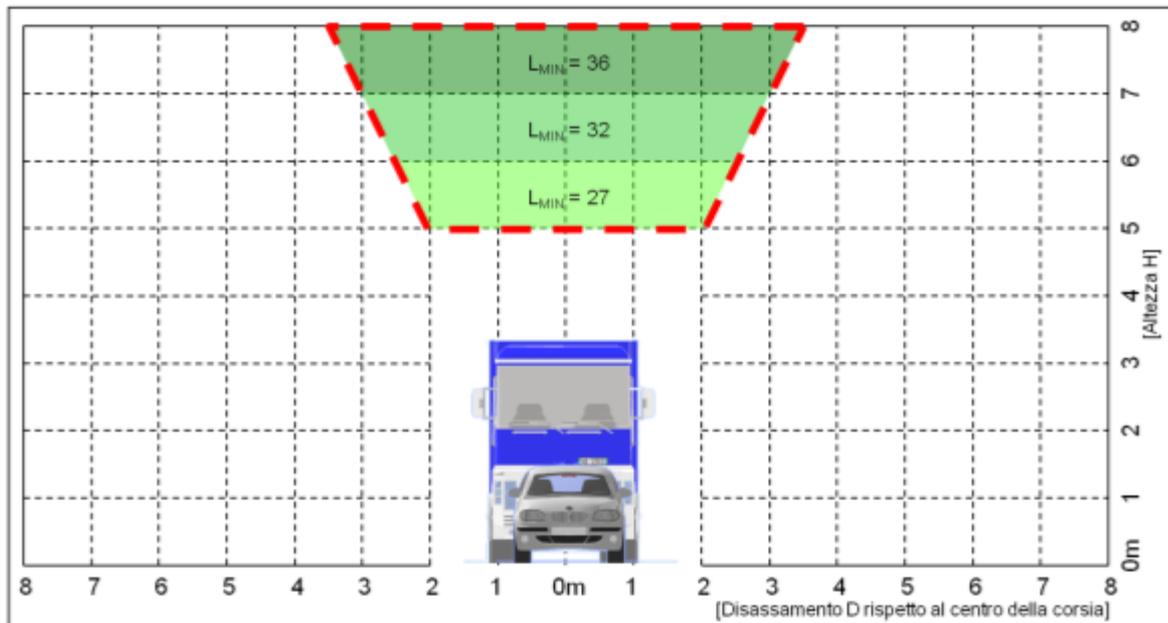


Figura 62 - Schema per il posizionamento del laser CMP3 per la misura della velocità e la classificazione

4.4 Documentazione fotografica della violazione

La documentazione della infrazione rilevata da un sistema CELERITAS EVO 1506 si compone, nella modalità di rilevamento della velocità media in una coppia di immagini relativa al veicolo rilevato in occasione del passaggio presso ciascuna delle due stazioni di rilevamento periferico



Figura 63 – tipica violazione da superamento della velocità media

Mentre nella modalità di rilevamento della velocità istantanea l'immagine è una sola



Figura 64 – tipica violazione da superamento della velocità istantanea

Sulle immagini sono riportati i dati relativi al luogo ed al tempo della rilevazione (dati che sono memorizzati e firmati digitalmente anche all'interno del file come sarà meglio spiegato nel paragrafo relativo al formato dei files utilizzato dal sistema CELERITAS). In riferimento alle informazioni rappresentabili sulle immagini relative alle violazioni, tipicamente le violazioni di velocità istantanea riportano anche la velocità rilevata.

Si noti che per quanto riguarda le violazioni da superamento della velocità media, l'indicazione relativa al luogo di rilevazione riportate indelebilmente sulle immagini **NON DEBBONO ESSERE PRESE COME RIFERIMENTO PER LA MISURA DELLA TRATTA MA SONO SOLO INDICATIVE E FANNO RIFERIMENTO ALLE PIU' PROSSIME PIETRE MILIARI PRESENTI SULLA STRADA SOGEGTTA A CONTROLLO NEL SENSO CHE LA DIFEFRENZA DELLE KILOMETRICHE RAPPRESENTATE NON NECESSARIAMENTE COINCIDE CON LA MISURA DELLA TRATTA EFFETTUATA CON LA PROCEDURA DESCRITTA.**

4.5 Applicazione firma digitale e crittografia della documentazione digitale delle violazioni

Alla documentazione digitale della violazione viene applicata la firma digitale del dispositivo: in questo modo viene garantito che l'associazione tra immagine del veicolo, data del rilevamento e luogo del rilevamento sia univoca, non manipolabile ed immune da eventuali corruzioni del file (ad esempio durante il trasferimento verso l'unità centrale). La firma digitale viene calcolata tramite un algoritmo RSA con chiavi da 2048 bit ed algoritmo di hash SHA-256.

La documentazione digitale della violazione viene inoltre successivamente criptata in maniera asimmetrica (meccanismo di chiavi pubblica/privata) tramite una chiave pubblica: una volta criptato il file può essere aperto solo utilizzando la chiave privata che in genere viene mantenuta esclusivamente sul server centrale.

Ciascun dispositivo CELERITAS EVO 1506 trasmette su canale anch'esso cifrato (connessione VPN) dati e documentazione delle infrazioni al server gestionale al quale gli operatori di polizia possono collegarsi, muniti di opportune credenziali, semplicemente attraverso il proprio Browser web ed effettuare le attività di accertamento e di esportazione dei dati relativi alle violazioni al software gestionale in uso.

La connessione VPN avviene su un canale cifrato con SSL basato su meccanismi chiave pubblica/privata e basata su autenticazione tramite password o token.

4.6 Rilevamento della velocità media sia in modalità sincrona che asincrona

Come tutti gli altri sistemi di rilevamento della velocità media, il sistema CELERITAS EVO 1506 rileva le infrazioni quando le due stazioni di rilevamento periferiche si trovano in uno stato sincronizzato.

In molti contesti operativi in cui si trova ad operare un generico sistema di rilevamento della velocità media, a causa delle condizioni meteo o dello stato delle linee di collegamento e/o altre cause, le due stazioni di rilevamento possono non trovarsi ad operare in uno stato di funzionamento sincrono.

I normali sistemi di rilevamento della velocità funzionano solo in presenza di sincronismo ed in caso di assenza debbono essere disattivati fino al ripristino del sincronismo. Ciò comporta sia problemi di continuità operativa del sistema che la necessità di gestire ed eliminare le rilevazioni eventualmente effettuate dopo la perdita del sincronismo ma prima che la stessa sia stata rilevata dal sistema e si sia proceduto ad interrompere le rilevazioni. Inoltre spesso risulta necessario utilizzare una infrastruttura dati ad alta affidabilità e quindi particolarmente onerosa.

Caratteristica UNICA del sistema CELERITAS EVO 1506 rispetto ad ogni altro sistema di rilevamento della velocità media è che questo è in grado di operare per molte ore (fino a 12) anche in condizioni di assenza di sincronismo tra le stazioni consentendo la continua ed affidabile operatività del servizio.

5 Unità centrale di elaborazione

Le funzionalità espletate dall'unità centrale di elaborazione sono quelle di raccordo di tutte le informazioni relative alle infrazioni provenienti dai vari dispositivi periferici. L'unità centrale di elaborazione è connessa agli stessi dispositivi mediante una rete di comunicazione dati cifrata.

Per esigenze di sicurezza e riservatezza, vengono posti in essere alcuni accorgimenti: l'accesso al sistema avviene secondo politiche e profili di sicurezza ben definiti e variabili a seconda del gruppo e/o della singola utenza e le comunicazioni con i dispositivi periferici e con le unità di accertamento avvengono in modalità protette da intrusioni indesiderate mediante l'uso di canali di comunicazione cifrati in SSL e vengono ad essere gestite mediante un firewall in modo da scongiurare eventuali accessi indesiderati al sistema di elaborazione centrale.

Schematicamente l'architettura applicativa del sistema di gestione centrale di elaborazione può essere suddivisa nelle seguenti 4 attività.

Acquisizione dei dati dalle unità locali ed aggiornamento delle impostazioni

Alla postazione centrale perverranno tutte le informazioni relative ai transiti provenienti da tutti gli apparati periferici e successivamente, individuati i transiti in violazione, il server provvederà a scaricare le immagini relative ai veicoli in infrazione dagli apparati periferici.

L'aggiornamento delle impostazioni su ciascuna delle unità periferiche sarà possibile direttamente attraverso il server centrale e sarà consentito al personale appositamente preposto.

Le informazioni di velocità media per ciascuna classe saranno aggregati ed elaborati sul server.

Archiviazione dei dati elaborati

Tutte le informazioni relative alle infrazioni sono memorizzate su un database standard SQL in grado di gestire la base di dati informativa che consente agli utenti di eseguire le opportune elaborazioni.

In particolare lo svolgimento delle operazioni di una certa rilevanza (come ad esempio la visualizzazione dei dati del veicolo in infrazione o la cancellazione di dati) avverranno sotto la supervisione di utenti dotati dei previsti attributi di carattere amministrativo/legale (ad esempio un amministratore di sistema pur avendo le dovute competenze tecniche, non potrà espletare queste operazioni).

La permanenza massima delle immagini relative alle presunte infrazioni viene stabilita in base al termine per l'esercizio delle relative azioni sanzionatorie da parte degli organi delle forze dell'ordine.

Comunicazione con le unità di elaborazione del personale preposto alle attività di verifica ispettiva e di validazione

L'unità centrale presenta inoltre uno specifico modulo di gestione della comunicazione e della condivisione dei dati con la rete dati del personale preposto alle attività di esazione: infatti solo da parte del personale preposto e dotato dei previsti attributi di carattere amministrativo/legale (in genere agenti delle forze dell'ordine) è possibile da una parte l'accesso ai dati delle presunte infrazioni al fine dell'espletamento delle attività di verifica ispettiva e di validazione e dall'altro la visualizzazione dei dati, una volta che tali attività sono state svolte e che i dati relativi sono stati memorizzati sull'apposita base di dati relativa alle infrazioni accertate.

Anche tale comunicazione, per esigenze di sicurezza e riservatezza, tipicamente viene posta in essere in modalità protetta da intrusioni indesiderate mediante canali di comunicazione cifrati in SSL (la cifratura SSL a 128 bit è la tecnologia per la protezione delle comunicazioni utilizzata per le connessioni di home banking) mediante un sistema di crittografia delle immagini che fa uso di chiavi pubbliche e private da 128 bit o più (che non ne consente la visualizzazione ai non autorizzati) e viene ad essere gestita mediante un firewall in modo da scongiurare eventuali accessi indesiderati al sistema centrale.

Archiviazione dei dati relativi alle infrazioni rilevate e certificate nel contesto di uso del sistema

Tutte le informazioni relative alle infrazioni rilevate e certificate nel contesto di uso del sistema sono memorizzate su un database standard SQL in grado di gestire la base di dati informativa che consente agli utenti di eseguire tutte le opportune attività ispettive.

Su questa base di dati, le operazioni di visione e/o rimozione dei dati sono riservate agli utenti dotati dei previsti attributi di carattere amministrativo/legale (anche un amministratore di sistema che ha le dovute competenze tecniche, non può espletare queste operazioni).

La procedura sanzionatoria prevista dal titolo VI del codice della strada, ha luogo solamente in presenza di violazione documentata con immagini. La documentazione con immagini viene conservata per il solo periodo necessario

alla contestazione dell'infrazione, all'applicazione della sanzione ed alla definizione dell'eventuale contenzioso.

5.1 Moduli del server CELERITAS

Tutte le funzionalità descritte nel paragrafo precedente vengono implementate da due moduli software: frontend e backend.

Il frontend è l'interfaccia con gli operatori e gli utenti del sistema e gestisce tutte le interazioni con gli agenti o gli operatori dei compartimenti.

Il backend è l'insieme di programmi che si occupano di recuperare i dati dei transiti e le immagini dalle stazioni periferiche, di eseguire le visure, di inviare le infrazioni alla stazione centrale della polizia, di verificare lo stato delle stazioni periferiche, di inviare le informazioni statistiche e di diagnostica ai servers compartimentali; tali programmi non hanno alcuna interazione con gli operatori.

5.1.1 Interfaccia utente: Frontend

Il frontend è realizzato secondo il modello web three tier (web a tre livelli).

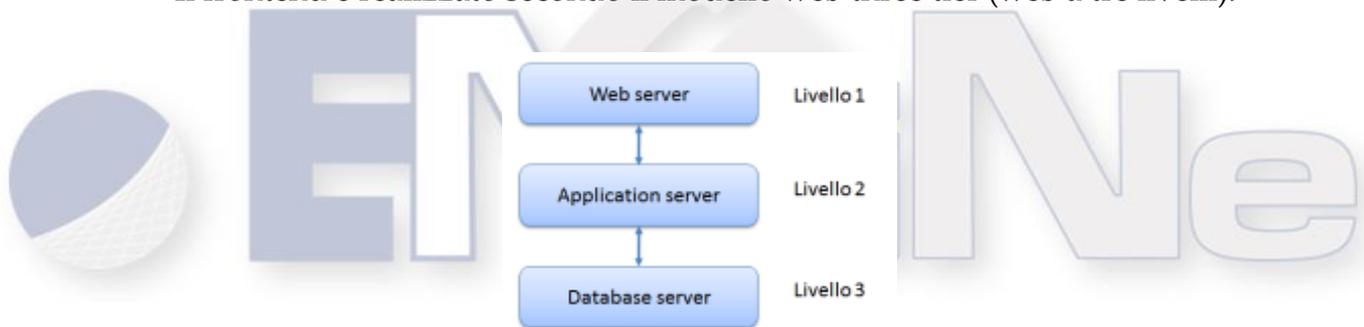


Figura 65 - Modello Frontend

Il web server fornisce ai client (browser) le pagine html che vengono costruite dall'application server con i dati recuperati dal database server. L'architettura a tre livelli rappresenta lo stato dell'arte nelle applicazioni web è il modello attualmente più diffuso. I principali vantaggi sono i seguenti:

- Affidabilità. L'architettura permette di individuare semplicemente eventuali punti deboli e di risolverli (ad es. con sistemi ridondanti in alta affidabilità).
- Sicurezza. Un eventuale intruso deve superare tutti e tre i livelli prima di avere accesso ai dati contenuti nel database; è possibile implementare meccanismi di sicurezza in ciascuno dei tre livelli.
- Semplicità. L'architettura permette di tenere separati i vari componenti del sistema e quindi le modifiche (operazioni sui server, aggiornamenti software,

- ecc.) impattano soltanto sul singolo livello e non su tutta l'architettura.
- Flessibilità. L'architettura permette di poter espandere ciascun livello (ad es. aggiungendo calcolatori) in modo indipendente dagli altri. Inoltre ciascun livello può essere configurato in cluster senza alcuna modifica sul software degli altri livelli.

Tramite l'interfaccia utente gli operatori possono svolgere tutte le funzionalità descritte in precedenza interagendo con il sistema (visualizzazione, convalida, eliminazione, ecc.).

Il server CELERITAS può prevedere varie tipologie di utente (ruoli) che possono accedere tramite un web browser; a seconda delle personalizzazioni richieste è possibile aggiungere altri ruoli con altre funzionalità ma dovranno essere sempre presenti (anche se indicati con nomi diversi) le tipologie di utente amministratore ed autorità.

Il sistema CELERITAS Server prevede le seguenti tipologie di utente (ruoli) che possono accedere tramite un web browser:

- amministratore
- autorità e superautorità
- utente semplice
- esportatore dati
- assistenza

A ciascun ruolo sono consentite specifiche operazioni.

Il ruolo amministratore consente la gestione del sistema. L'utente di tipo amministratore può gestire e monitorare la configurazione del sistema ma non può influire con il suo funzionamento, può gestire (aggiungere, modificare ed eliminare) la configurazione delle stazioni periferiche e gli utenti del sistema e può controllare le liste dei transiti ma non può visualizzare i dati sensibili (targhe e/o immagini) né eseguire alcuna operazione su di essi.

Il ruolo autorità consente di eseguire tutte le operazioni del sistema per cui è necessaria una autorità costituita (agenti della polizia) che garantisca la riservatezza e la tutela dei dati presenti nel database e più in generale garantisca la convalida delle infrazioni ed il formale rispetto delle regole della privacy. L'utente di tipo autorità non può interagire con la configurazione del sistema ma è l'unico che può visualizzare i dati e le immagini relativi ai transiti in sospetta violazione e l'unico che può inserire, confermare o modificare la targa riconosciuta dal sistema in modo automatico.

Il ruolo superautorità consente di eseguire tutte le operazioni del ruolo autorità ed in più, a seconda della configurazione del sistema, permette di configurare il calendario di attivazione degli apparati, annullare le convalide di transiti accertati per errore ed eliminare le infrazioni convalidate una volta che si è concluso l'iter sanzionatorio (secondo quanto previsto dalla normativa vigente).

La tipologia utente semplice viene assegnata all'utente generico e permette di visualizzare i dati del sistema senza poter eseguire alcuna modifica. L'utente generico può quindi visualizzare i transiti avvenuti solo per fini statistici o di controllo. A seconda della configurazione del sistema l'utente semplice potrebbe non essere abilitato a visualizzare i dati sensibili dei transiti (targhe ed immagini). A titolo di esempio potrebbe essere il caso di agenti che svolgono il servizio di back office per mostrare le immagini ai cittadini

La tipologia esportatore di dati viene assegnata agli utenti che possono collegarsi al sistema soltanto per esportare le infrazioni convalidate (tipicamente per completare il processo sanzionatorio di stampa e spedizione del verbale).

La tipologia assistenza viene assegnata agli utenti che possono collegarsi al sistema per verificarne il corretto funzionamento; tipicamente questa tipologia di utenza non ha la possibilità di visualizzare i dati sensibili (targhe ed immagini).

Oltre alle tipologie suddette possono essere aggiunti altri tipi di utenti a seconda delle esigenze dell'ente che utilizza il sistema.

5.1.2 Programmi applicativi: Backend

Il backend è costituito da programmi non interattivi (batch) che con cadenza periodica e configurabile svolgono le suddette funzioni di dialogo con le stazioni periferiche.

Tutti i dati recuperati vengono inseriti nel database che è l'unico punto di contatto tra frontend e backend. Il backend del sistema CELERITAS è progettato in modo da essere fortemente affidabile e scalabile in quanto ogni tratta di velocità media è monitorata da un gruppo di applicativi completamente indipendenti tra di se ed eventuali failure sono limitate; la soluzione è nativamente scalabile ad un numero virtualmente infinito di tratte da monitorare in quanto per ogni nuova tratta verrà aggiunto un nuovo pool di programmi batch e, se necessario, un ulteriore server su cui vengono eseguiti.

5.2 Postazione di accesso all'unità centrale

Ultimo elemento dell'architettura generale del sistema CELERITAS è la generica postazione di lavoro per le attività di accertamento e validazione delle sospette infrazioni rilevate in modo automatico dal sistema. Dette postazioni di lavoro, oltre ad essere collegate in remoto tramite una rete dati distribuita (facendo uso dei più volte menzionati accorgimenti a garanzia riservatezza e di sicurezza) possono essere localizzate negli stessi locali della postazione centrale di elaborazione.

Il sistema di elaborazione centrale consente l'accesso alla base di dati solo da parte dei client abilitati alle operazioni di accertamento e validazione delle infrazioni e solo agli utenti autorizzati (tipicamente agenti delle forze dell'ordine) che sono quindi in grado di visualizzare le informazioni relative alle violazioni di ricevere informazioni sulla configurazione ed il funzionamento dell'intero sistema effettuare operazioni di rimozione dati o aggiornamento sui database relativi alle infrazioni.

L'accesso al sistema avviene tipicamente tramite il nome dell'utente e la relativa password; in base al nome dell'utente verranno assegnati i diritti della tipologia di appartenenza.

Per incrementare la sicurezza del sistema e garantire l'autenticità dell'accertamento delle violazioni agli utenti di tipo autorità viene assegnata una seconda modalità di autenticazione chiamata "autenticazione dispositiva" che serve per eseguire le operazioni "dispositive"; le operazioni "dispositive" sono tutte quelle che convalidano una violazione, come l'inserimento o la modifica della targa associata ad un transito.

Tipicamente viene usata una delle seguenti modalità:

- password per eseguire le operazioni "dispositive"
- token usb o smart card con firma digitale

Qualora l'autenticazione dispositiva avvenga tramite un token capace di eseguire la firma digitale tale token verrà utilizzato anche per firmare digitalmente i dati inseriti dall'operatore al momento della conferma (ad es. verrà firmata la targa inserita dall'agente che esegue un accertamento).

Gli utenti abilitati sono in grado di visualizzare, ricevendole a partire dal sistema centrale, una lista delle rilevazioni delle sospette violazioni, di selezionarne alcune in modo da poterne visualizzare i dati nel dettaglio per poter eseguire verifiche di congruità (la visualizzazione, oltre alle immagini relative al transito del veicolo presso gli apparati di rilevamento periferico, presenta in modo chiaro la data ed il luogo di rilevamento).

6 Procedura di accertamento delle infrazioni

La procedura di accertamento delle infrazioni rilevate da un sistema CELERITAS EVO 1506 comporta la necessità per l'agente di collegarsi al server tramite l'interfaccia utente e, per ogni transit, convalidare l'accoppiamento (in caso di rilevamento della velocità media) o la singola rilevazione (in caso di rilevamento della velocità istantanea) effettuati in automatico dal sistema.

Nel caso di rilevamento della velocità media la convalida dell'accoppiamento consiste dapprima nello scegliere l'accoppiamento corretto tra quelli proposti (qualora il sistema abbia rilevato più possibili accoppiamenti, mentre se è stato rilevato un solo accoppiamento dal sistema questa operazione non è necessaria) e poi nel confermare che è corretto (vale a dire confermare che lo stesso veicolo compare in entrambe le immagini)

Una volta eseguita la convalida dell'accoppiamento l'agente può inserire la targa del veicolo (qualora il riconoscimento automatico dei caratteri effettuato dal server non sia corretto o sia fallito), la nazionalità e la classe del veicolo ed altri dati eventualmente richiesti dall'ente che utilizza il sistema.

Nel caso di rilevamento della velocità istantanea la convalida della singola rilevazione consiste nel confermare che è corretto (vale a dire confermare che non si ravvede nella documentazione un evidente errore di rilevazione od una situazione non univocamente discriminabile).

Una volta che l'operatore ha confermato i dati l'infrazione è stata accertata ed il sistema memorizza dati ed immagini del transit associandogli la data della convalida ed il nome dell'agente.