

SISADR: UN SISTEMA PER LA GESTIONE INTEGRATA DELLA SICUREZZA NEL TRASPORTO SU STRADA DELLE MERCI PERICOLOSE AD ALTO RISCHIO

Boniardi, G.1, Cislighi, M.1 e Corbetta, G.1
1 Project Automation S.p.A., viale Elvezia, 42, Monza, 20052, Italy

SOMMARIO

Il presente articolo descrive le funzionalità di monitoraggio, allarme e segnalamento del sistema SISADR sviluppato da Project Automation S.p.A. per la gestione integrata della sicurezza nel trasporto su strada di merci pericolose (in seguito MP) ad alto rischio. SISADR, attualmente in fase di progettazione e sviluppo, coniugando in modo innovativo tecnologie già consolidate nel settore della mobilità (es. monitoraggio dei flussi di traffico, lettura delle targhe...) e del monitoraggio ambientale (es. rilevamento di parametri meteorologici) ad un nuovo approccio metodologico per il riconoscimento automatico di scenari associabili a potenziali rischi derivanti dal trasporto su strada di MP. L'approccio metodologico alla base del sistema è attualmente oggetto di domanda di brevetto.

1.0 INTRODUZIONE

L'accordo ADR [1], già recepito in Italia con decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, introduce il concetto di gestione della sicurezza legata al trasporto su strada di "merci pericolose ad alto rischio", ovvero di "quelle merci potenzialmente utilizzabili ai fini terroristici e che possono quindi causare effetti gravi come la perdita di vite umane o distruzioni di massa". L'accordo prevede l'obbligo per tutti gli operatori, coinvolti a qualunque titolo nel loro trasporto, di adottare "piani di sicurezza" che prevedano, per esempio, l'individuazione delle responsabilità e dei compiti degli addetti, l'identificazione dei trasportatori a cui viene consegnata la merce, il controllo di depositi e soste, l'identificazione dell'equipaggio e dei veicoli, una formazione iniziale e l'attuazione di tutti gli aggiornamenti in materia di sicurezza, nonché verifiche periodiche di adeguatezza e corretta applicazione del piano di sicurezza. Inoltre, è fatto obbligo per trasportatori, speditori e destinatari di cooperare fra loro e con le autorità competenti per scambiarsi informazioni relative a eventuali minacce, di applicare misure di sicurezza e reagire agli eventi che mettono in pericolo la sicurezza del territorio. Per i veicoli trasportanti le merci, rimangono valide le procedure di identificazione mediante codici ONU-Kemler ed etichette a losanga indicanti la classe di pericolo.

Gli adempimenti relativi alla sicurezza introdotti dall'ADR rappresentano una novità e comportano obblighi anche per gli enti pubblici interessati o il cui territorio è attraversato dal trasporto di merci pericolose, al fine di garantire una maggior sicurezza della popolazione, di prevenire atti impropri e mitigarne eventuali conseguenze. Nello specifico, le azioni che gli enti competenti devono prevedere sono [2]:

- Monitoraggio dei mezzi e delle merci pericolose in transito
- Identificazione degli obiettivi sensibili da tutelare
- Conoscenza degli itinerari ripetitivi utilizzati dai carichi, in quanto destinati ad alimentare siti industriali o servizi
- Conoscenza delle situazioni di allarme per presenze ingiustificate o sospette.
- Capacità di prevenire: allarmi preventivi e strumenti di previsione
- Capacità di mitigare: segnalamento ed intervento rapido
- Stesura dei piani di sicurezza.

La catena informativa primaria che permette di operare alla tutela del territorio interessato dal trasporto di MP da parte degli enti consiste essenzialmente in conoscenza->informazione->capacità di reazione.

Nel complesso, quindi, per l'ente è fondamentale la conoscenza della situazione corrente (monitoraggio), l'evidenziazione dalla situazione corrente di situazioni anomale o di pericolo (allarme) e la capacità di

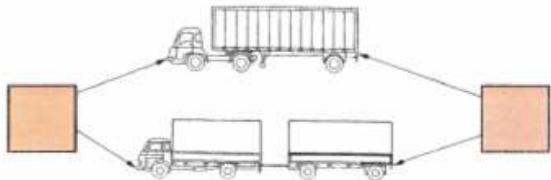
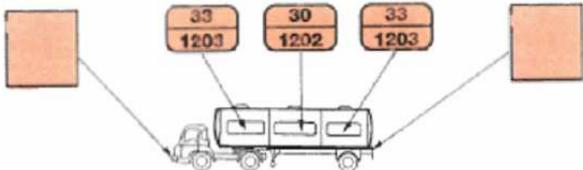
attivare con le necessarie informazioni le strutture di pronto intervento preposte (segnalamento), unita alla definizione di piani di sicurezza per l'area interessata.

Queste capacità devono tener conto sia del quadro normativo cogente e dei regolamenti adottati a livello nazionale ed internazionale ([3] e [4]) che della tecnologia disponibile e delle sue potenziali evoluzioni. I sistemi attualmente in esercizio (sistema SIMAGE) o le attività di ricerca (per esempio i progetti di ricerca comunitari Mitra [5], Good-Route [6], DAGOT [7] ed altri [8], [9]) rappresentano validi esempi di applicazioni e studi nel settore, seppur nati spesso per rispondere ad esigenze più generali di gestione del rischio non solo legato al trasporto di merci pericolose (ad es. SIMAGE) oppure con limitazioni applicative legate alla necessità di installare unità di localizzazione e identificazione a bordo veicolo (ad es. Good-Route).

2.0 IL SISTEMA SISADR

Il sistema SISADR nasce dall'analisi congiunta di esperti di mobilità, trasporti e di sicurezza e, ponendo come obiettivo centrale la sicurezza del territorio, fornisce all'operatore della sicurezza un insieme di strumenti ICT (Information and Communication Technology) atti a supervisionare il trasporto su gomma delle merci pericolose (Tabella 1) nell'area di competenza, al fine di prevenire situazioni di potenziale pericolo, di visualizzare in tempo reali l'insorgere di situazioni di allarme, incidentali e di emergenza e di attivare contestualmente le procedure necessarie per informare gli enti preposti alla gestione dell'emergenza ed i cittadini.

Tabella 1. Etichettatura dei veicoli adibiti al trasporto di MP.

TIPO DI ETICHETTATURA	DESCRIZIONE
	Veicolo trasportante merci pericolose in colli
	Veicolo trasportante materie pericolose in cisterne di capacità superiore a 1000 litri
	Veicolo trasportante materie pericolose in diverse cisterne compartimentate.
	Veicolo trasportante materie pericolose in container cisterna.

2.1 Il metodo

Il sistema SISADR si basa sul concetto di Zona a Transiti Monitorati (o ZTM). Una ZTM è un'area delimitata qualsiasi nella quale sono messe in atto misure di tipo preventive atte a mantenere sotto controllo con continuità il livello di sicurezza del territorio legato al trasporto di MP. In tale area sono inoltre previste misure operative per gestire eventuali situazioni incidentali o eventi dolosi (sempre legati al trasporto di MP) che dovessero verificarsi nell'area stessa. Possono essere considerate aree ZTM tutte le aree nelle quali la tutela del livello di sicurezza assume un'importanza rilevante, quali ad esempio assi viari rilevanti (tratte autostradali), tunnel, ponti e viadotti, distretti industriali, interporti logistici, aree portuali o aree urbane di particolare interesse (zone fieristiche, zone a grande afflusso di visitatori, aree urbane caratterizzate dalla presenza di siti di importanza storica o monumentale, ecc.).

In ciascuna area ZTM considerata, il sistema SISADR consente di effettuare il monitoraggio in tempo reale dei veicoli MP in transito e di controllare quindi il corrispondente livello di sicurezza sul territorio, tenendo in considerazione la presenza contemporanea di altri fattori rilevanti in termini di sicurezza (condizioni meteorologiche, condizioni di traffico, svolgimento di particolari eventi sociali o violazioni di regole applicate nell'area); il confronto tra lo scenario attuale così monitorato ed un set di scenari di potenziale pericolo precedentemente definiti permette di riconoscere in modo automatico situazioni di potenziali allerta od allarme, con notevoli vantaggi per la prevenzione e la gestione di potenziali situazioni di incidente o di emergenza.

Lo scenario "attuale" associato a ciascuna area ZTL è definito sulla base delle seguenti categorie di fattori individuati come significativi in termini di sicurezza:

- A. Fattori di tipo "statico": sono fattori utili per descrivere la vulnerabilità dell'area ZTM ad eventuali incidenti legati al trasporto di MP. Sono tipicamente fattori con bassissima frequenza temporale di variazione, e i dati e le informazioni relative a questi fattori sono raccolte in archivi, database, mappe. Esempio:
- Presenza di infrastrutture di trasporto strategiche (ponti, viadotti, tunnel, ferrovie...)
 - Presenza di centri di aggregazione sociale (complessi scolastici, campus universitari, stadi, ospedali, centri commerciali, complessi fieristici...)
 - Presenza di aziende a rischio (legge Seveso)
 - Presenza di aree ambientali di particolare attenzione (parchi naturali, oasi protette...)
 - Presenza di strutture di primo soccorso (sedi VVFF, ospedali, centri di primo soccorso ecc.)
 - Frequenze di accadimento di passati incidenti associati al trasporto di MP (se disponibili).
- B. Fattori di tipo dinamico descrittivi del contesto: sono fattori che presentano un alta variabilità temporale e che caratterizzano il contesto dell'area ZTM. Possono essere monitorati in continuo ed in modo automatico con sistemi ICT. Esempio:
- Parametri meteorologici (T, P, piovosità, presenza di ghiaccio, nebbia ecc.)
 - Dati di traffico (numero e tipologia dei veicoli in transito, incident detection, queue detection, rilevamento di infrazioni quali eccesso di velocità e passaggio con il rosso...)
 - Dati di transito dei veicoli che trasportano MP (numero dei veicoli MP in transito, tipologia di MP trasportata, rilevamento della velocità di transito...)

Possono essere inseriti in questa categoria anche fattori utili per descrivere condizioni particolari del contesto, quali:

- Dati relativi alla viabilità in generale (presenza di cantieri, deviazioni ecc.)

- Dati relativi a situazioni o eventi occasionali di possibile influenza sul livello di sicurezza (fiere, partite calcistiche, afflusso/deflusso di visitatori/studenti/lavoratori in orari specifici ecc.)

Sulla base dei fattori di tipo statico di cui al punto A, e quindi sulla base della vulnerabilità associata a ciascuna area ZTM, è possibile definire una serie di “regole” specifiche per la tutela della sicurezza nella singola area e la violazione delle quali porta a scenari di potenziali o reali situazioni di rischio quali ad esempio:

- Presenza di più veicoli MP in transito in una specifica zona (tunnel, ponte, area di servizio ecc.) con carichi di MP tra loro “incompatibili” ad es. per possibili reazioni chimiche esplosive o altro.
- Presenza di veicoli MP in transito e concomitanza di situazioni meteo avverse (ghiaccio, nebbia ecc.)
- Presenza di veicoli MP in transito e concomitanza di situazioni di traffico avverse (code, incidenti ecc.)
- Presenza di veicoli MP in transito in aree “non permesse” (aree di sosta autostradali, aree caratterizzate da eventi ad alta densità di popolazione ecc.)
- Presenza di veicoli MP con comportamento di guida pericoloso (eccesso di velocità)
- Presenza di veicoli sospetti o segnalati dalle forze dell’ordine

Il sistema SISADR, attraverso il monitoraggio in continuo dei fattori elencati al punto B (molti dei quali possono essere acquisiti anche da sistemi di rilevamento già presenti sul territorio), permette di controllare con continuità il rispetto delle regole sopra enunciate, segnalando in modo automatico qualora si verifichi uno scenario attuale che corrisponda o si avvicini ad uno degli scenari predefiniti ed associati a situazioni di attenzione, allerta od allarme. In caso di segnalazione di una situazione di attenzione, allerta od allarme, il sistema SISADR segnala all’utente la procedura operativa associata a tale scenario, supportando la fase di gestione preventiva od operativa dell’eventuale emergenza.

2.2 Architettura e funzionalità

Il sistema SISADR può essere sintetizzato secondo un’architettura a due livelli (Fig.1):

- Livello Periferico (Sottosistemi di monitoraggio)
- Livello Centrale (Sottosistema Centrale)

collegati tra loro mediante una linea di comunicazione (Sottosistema di comunicazione dati).

Il livello periferico si compone dei seguenti sottosistemi per il monitoraggio in continuo dei fattori di cui al punto B:

- Varchi di rilevamento dei transiti dei veicoli MP: il punto di rilevamento dei veicoli su gomma trasportanti merci pericolose nelle aree ZTM è denominato varco. Il varco è costituito da una o più corsie, denominate piste, dedicate all’ingresso e/o all’uscita dei veicoli dalla zona monitorata. La tecnologia di riconoscimento del mezzo può basarsi su tecnologie OCR per il riconoscimento automatico di targhe e codici delle merci pericolose (codici ONU-Kemler), su tecnologie RFID o se i veicoli sono dotati di unità di localizzazione si possono immaginare varchi virtuali che delimitano o tracciano i percorsi (check point).
- Varchi per il rilevamento dei transiti dei veicoli in accesso a zone a traffico limitato: la tecnologia utilizzata è analoga a quanto utilizzato per il rilevamento dei transiti dei veicoli MP; in questo caso, il riconoscimento dei veicoli avviene attraverso la lettura delle targhe posteriori dei veicoli.

La funzionalità principale svolta dal Livello Centrale consiste nella verifica dello scenario attuale, sulla base dei dati relativi ai fattori monitorati al Livello Periferico e nella individuazione della eventuale situazione di allarme; tale operazione può essere svolta attraverso l'applicazione di un algoritmo matematico che, sulla base dei diversi valori dei parametri monitorati al Livello Periferico, calcoli la "somiglianza" tra lo scenario attuale ed uno degli scenari di allarme predefiniti. L'algoritmo per il riconoscimento degli scenari di allarme può essere adattato alle esigenze in termini di sicurezza della specifica ZTM attribuendo pesi diversi ai fattori oggetto di monitoraggio o scegliendo opportunamente i valori di soglia corrispondenti a scenari di diversa gravità (attenzione, allerta, allarme).

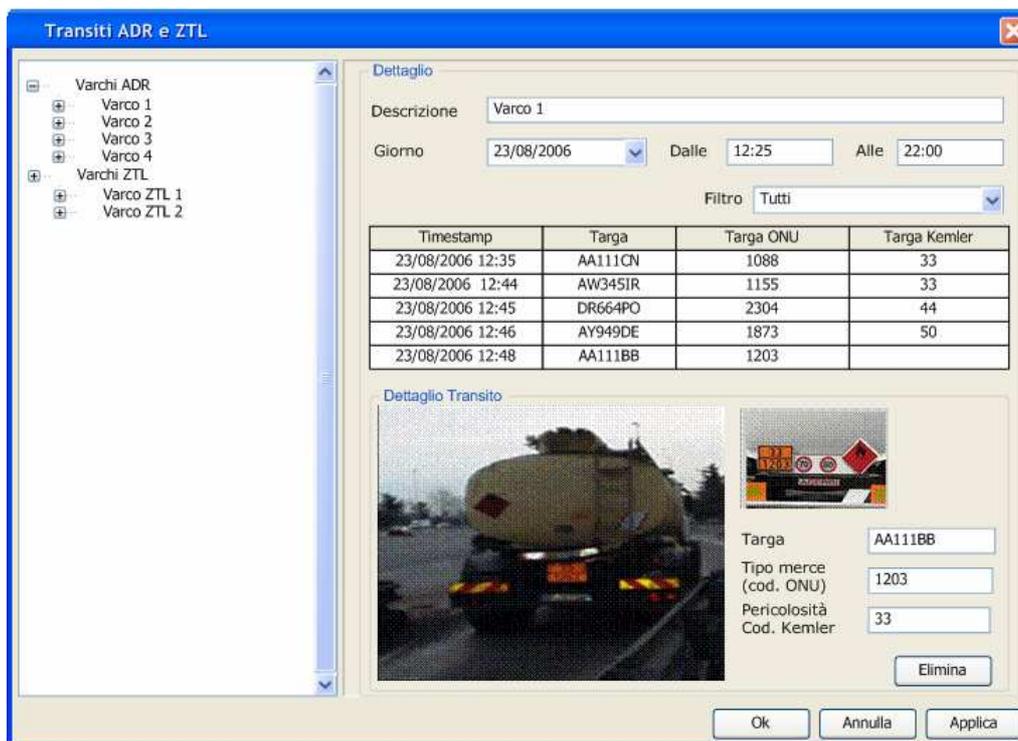


Figura 2. Livello Centrale: esempio di schermata per la visualizzazione dei transiti MP.

2.3 Esempio di applicazione in ambito autostradale

Il sistema SISADR può essere validamente impiegato in ambito autostradale per effettuare il monitoraggio del transito dei veicoli per il trasporto di MP e di conseguenti situazioni di potenziale rischio per la sicurezza degli utenti in transito o, più in generale, della popolazione e del territorio.

In questo caso, il Livello Periferico è costituito da

- Varchi di rilevamento dei transiti dei veicoli MP
- Sottosistema per il monitoraggio dei flussi di traffico ed il rilevamento di situazioni di coda od incidente
- Sottosistema per il rilevamento delle infrazioni al Codice della Strada (eccesso di velocità)
- Sottosistema di monitoraggio dei parametri meteorologici in aria e a livello del manto stradale

Al Livello Centrale, è possibile riconoscere il verificarsi dei seguenti scenari ai quali è possibile segnalare livelli di allarme di diversa entità (attenzione, allerta ed allarme) a seconda del possibile effetto impatto negativo sul livello di sicurezza:

- Presenza di più veicoli MP in transito in autostrada o fermi in aree di sosta con carichi di MP tra loro "incompatibili" ad es. per possibili reazioni chimiche esplosive o altro.

- Presenza di veicoli MP in transito e concomitanza di situazioni meteo avverse (ghiaccio, nebbia ecc.)
- Presenza di veicoli MP in transito e concomitanza di situazioni di traffico avverse (code, incidenti ecc.)
- Accesso di veicoli MP in aree di sosta in periodi “non permessi” (ad es. periodi caratterizzati da alta densità di visitatori come week-end o ponti feriali)
- Transito di veicoli MP con comportamento di guida pericoloso (eccesso di velocità).

Il sottosistema del Livello Centrale, al verificarsi di uno degli scenari sopra descritti, provvede all’indicazione della procedura operativa adeguata ed all’eventuale trasmissione della comunicazione di allarme agli Enti responsabili (ad es. Protezione Civile, pattuglia di Polizia presente in loco...)

2.4 Vantaggi ed innovazioni

Il sistema SISADR è indirizzato ad Enti o Società come Regioni o gestori autostradali le quali, pur non gestendo direttamente flotte di veicoli adibiti al trasporto di MP, sono responsabili della gestione del territorio interessato da tale trasporto, e quindi anche degli interventi in caso di incidenti associati a tale transiti. SISADR infatti permette di effettuare il monitoraggio dei mezzi MP attraverso la lettura delle targhe dei codici Kemler-ONU e non richiede la presenza a bordo veicolo di alcun dispositivo di riconoscimento; è così possibile avere informazioni circa i transiti di tali veicoli pur non intervenendo minimamente sui mezzi e non interagendo con le Società proprietarie degli stessi.

Una ulteriore innovazione del sistema è legata alla possibilità di rilevare in tempo reale eventuali scenari di minaccia alla sicurezza sul territorio, grazie alla elaborazione effettuata a partire dai dati rilevati in continuo dai sistemi di monitoraggio (lettura codici Kemler-ONU, dati meteorologici, flussi di traffico...); SISADR presenta inoltre un alto grado di flessibilità relativamente alla definizione degli scenari di allarme, in quanto permette all’utente di definire le “regole” per la tutela della sicurezza nella specifica area ZTM sulla base delle vulnerabilità specifiche del territorio. Analogamente, il sistema consente di tarare le soglie di allarme sulla base delle specificità territoriali anche attraverso la scelta di appositi coefficienti (“pesi”) per l’elaborazione dei dati derivanti dai diversi sistemi di monitoraggio e rilevamento del Livello Periferico.

3.0 CONCLUSIONI

Il sistema SISADR costituisce la proposta per un metodo innovativo per la gestione della sicurezza in aree nelle quali avviene il transito di mezzi per il trasporto di MP. Il sistema unisce i vantaggi di un approccio metodologico originale a quelli legati all’utilizzo di tecnologie ICT affidabili e consolidate quali i sistemi per la lettura delle targhe dei veicoli in transito o, più in generale, i sistemi di monitoraggio delle condizioni di traffico o ambientali.

SISADR, qui presentato nell’applicazione al trasporto di MP, in realtà può essere validamente impiegato in una molteplicità di contesti, quali ad esempio aree portuali o nodi intermodali, aree urbane di particolare importanza (centri storici, centri di aggregazione sociale), aree industriali ad alto rischio o infrastrutture di trasporto strategiche (autostrade e aree di servizio/sosta, tunnel, viadotti...) cioè in ogni caso nel quale la gestione della sicurezza sia uno dei temi di maggiore rilevanza.

RIFERIMENTI

1. Federchimica Confindustria, ADR 2007, 2006, ARS Edizioni Informatiche s.r.l., Italy.
2. Balduino, S., Il trasporto di merci pericolose, 2004, Sapiognoli Editore, Italy.
3. ECTA (European Chemical Transport Association), Linee guida per la security nel trasporto di merci pericolose su strada, 2005.
4. Battelle, Hazmat safety & security field operational test. Final Report, 2004.
5. www.mitraproject.info
6. www.goodroute-eu.org
7. www.dagot.eu

8. Bensa M., Bersani C., Casazza R., Garbolino E., Giglio D., Olampi S., Sacile R. e Trasforini E., Definizione, progettazione e realizzazione prototipale di un sistema informativo distribuito per l'identificazione, il monitoraggio e la gestione dei flussi veicolari di merci pericolose, Proceedings di VGR2006, 17-19 Ottobre 2006, Pisa.
9. Casazza R., Garbolino E., Olampi S., Bersani C., Trasforini E., Giglio D. and Sacile R., Detection and monitoring of hazardous material transportation on road between France and Italy: objectives, methodology and first results, Safety and Reliability for Managing Risk, C. Guedes Soares and E. Zio Editors, volume 3, 2006a, pp. 2659–2666.