

REALIZZAZIONE DEL SISTEMA PILOTA SIMAGE PER IL CONTROLLO DEL RISCHIO ASSOCIATO AL TRASPORTO DI SOSTANZE PERICOLOSE

Martin Atkinson*, Carmelo Di Mauro*, Jean-Pierre Nordvik*, Antonio Fardelli°, Paolo Ceci°

* EC – DG Joint Research Centre, Istituto per la protezione e la sicurezza del cittadino,
I- 21020 Ispra (VA)

° CNR – Istituto Inquinamento Atmosferico c/o MATT Direzione per la Salvaguardia Ambientale,
Via C. Colombo 44, 00147 – Roma

jean-pierre.nordvik@jrc.it

carmelo.di-mauro@jrc.it

martin.atkinson@jrc.it

fardelli.antonio@minambiente.it

ceci.paolo@minambiente.it

1. INTRODUZIONE

Il progetto SIMAGE – Sistema Integrato di Monitoraggio Ambientale e di Gestione delle Emergenze – nasce da un Programma Quadro stipulato nel Dicembre 1998 fra il Ministero Italiano dell’Ambiente e la Direzione Generale Centro Comune di Ricerca (CCR) della Commissione Europea con lo scopo di disegnare, realizzare e rendere operative nelle aree italiane altamente industrializzate l’infrastruttura necessaria per:

- monitorare e gestire le emergenze ambientali e industriali, con particolare attenzione all’inquinamento dell’aria e al rischio industriale;
- assicurare lo scambio d’informazione fra le parti istituzionali interessate, per quanto riguarda la qualità dell’aria, tramite reti d’informazione fra le principali aree industriali italiane;
- agevolare la pianificazione e la gestione delle emergenze associate ad incidenti industriali o dovute al trasporto di sostanze pericolose.

Nell’ambito della gestione delle emergenze dovute al trasporto di sostanze pericolose, un’attività specifica chiamata “Sistema Pilota SIMAGE Trasporto” prevede la realizzazione di un sistema di monitoraggio e di controllo del rischio associato al trasporto di sostanze pericolose sul territorio italiano, ed in particolare nei distretti industriali di Taranto, Brindisi e Porto Marghera. Lo scopo principale di quest’attività è di concepire e realizzare su base prototipa un sistema di monitoraggio in tempo quasi reale dei vettori che trasportano sostanze pericolose e di segnalare alle autorità competenti situazioni d’emergenza.

Questo articolo descrive il contesto progettuale ed istituzionale in cui il “Sistema Pilota SIMAGE Trasporto” è stato realizzato; l’architettura generale del Sistema Pilota e dei principali componenti; le funzioni di monitoraggio e la susseguente analisi di rischio derivata dai dati del monitoraggio; il meccanismo di generazione dei segnali d’allarme.

2. CONTESTO PROGETTUALE ED ISTITUZIONALE DEL SISTEMA PILOTA SIMAGE TRASPORTO

L’attività SIMAGE Trasporto è iniziata nel 2001 con uno studio sullo stato dell’arte nell’ambito del controllo del rischio associato al trasporto di sostanze pericolose sia a livello italiano sia a livello Europeo. Sulla base di questo studio è stato bandito nel 2002, a livello Europeo, un capitolato d’appalto che descrive i requisiti funzionali del Sistema Pilota. Il progetto è stato diviso in due fasi dato che la realizzazione del Sistema Pilota implica l’integrazione e l’uso di tecniche innovatrici nel campo dell’ICT (Tecnologie della comunicazione e dell’informazione): la fase di progettazione e la fase di realizzazione del Sistema Pilota.

La fase di progettazione, dedicata ad un confronto tecnologico propedeutico alla scelta finale della piattaforma tecnologica e dell’architettura fisica del Sistema Pilota, è stata realizzata contemporaneamente da due società che risultarono le migliori alla gara d’appalto. Le due società scelte per la costruzione di questi prototipi sono state la Siemens Informatica S.p.A, e la Heresy S.A.S. I prototipi furono rilasciati operativi e testati in campo su vettori reali alla fine del 2003.

Sulla base di questi risultati, il CCR ha scelto all’inizio del 2004, nella fase di realizzazione del Sistema, la tecnologia e l’architettura con le quali realizzare il Sistema Pilota. Entro la fine d’Ottobre 2004, data di conclusione dell’Accordo di Programma SIMAGE, il Sistema Pilota sarà esteso al monitoraggio di circa 70 vettori attraverso tre Centri di controllo installati presso gli uffici tecnici dell’ARPA Veneto a Padova,

ARPA Puglia a Bari e del Ministero dell'Ambiente a Roma. Sono state stipulate delle convenzioni specifiche fra questi enti per garantire il funzionamento del Sistema Pilota in questa configurazione per una durata di tre anni oltre l'Ottobre 2004. Va anche ricordato che questo lavoro nell'area di Porto Marghera rientra negli obiettivi e nelle attività previste dall'Accordo sulla Chimica.

Al momento della redazione di quest'articolo (Aprile 2004) è in corso il perfezionamento dell'accordo fra il Ministero dell'Ambiente ed il Ministero dell'Interno circa l'inter-operabilità del Sistema Pilota con le procedure italiane vigenti per segnalare alle autorità competenti un'eventuale emergenza percepita dal Sistema Pilota ed attivare una risposta idonea.

Va sottolineato il grande interesse e la fattiva collaborazione dimostrati da parte delle società Intermode ed ENI. La Intermode, che gestisce per conto dell'ENI la flotta dei vettori adibiti al trasporto dei prodotti ENI, fornirà gran parte dei mezzi sui quali saranno installate le apparecchiature di bordo del Sistema Pilota. È anche interessante ricordare che i contatti con Intermode sono stati presi durante il convegno VGR 2002, a seguito della presentazione del progetto SIMAGE e degli obiettivi del Sistema Pilota.

Va anche sottolineato il ruolo attivo giocato dall'Ente Zona di Porto Marghera nel coinvolgere industrie e trasportatori che ci ha permesso di aggiungere altri vettori adibiti al trasporto di sostanze pericolose all'esperimento. Sono inoltre in corso nuovi incontri con la Federchimica per l'identificazione di eventuali ulteriori vettori per allargare lo spettro delle tipologie di sostanze monitorate.

Infine va ricordato il coinvolgimento e l'interesse dei Comitati Tecnici Regionali del Veneto e della Puglia, e dei Dipartimenti Provinciali dei Vigili del Fuoco di Brindisi, Taranto e Mestre.

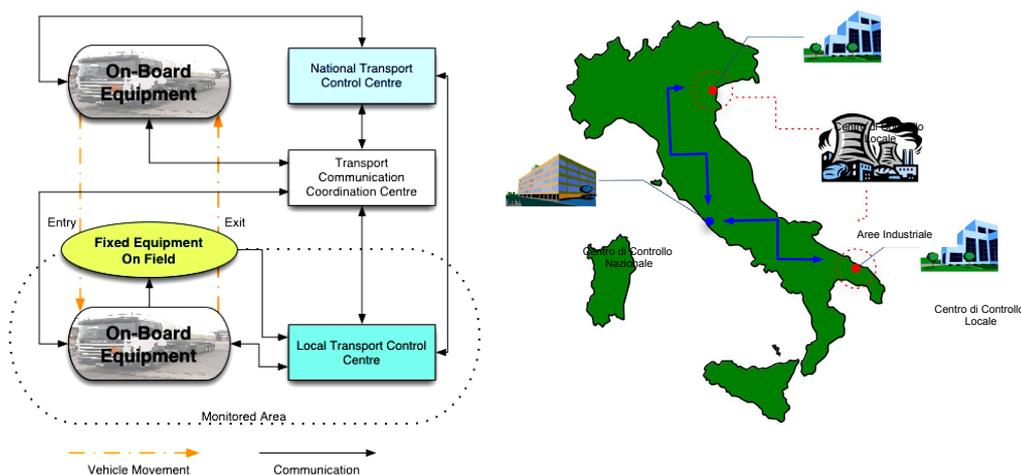


Figura 1 - Architettura logica del Sistema Pilota e localizzazioni dei Centri di Controllo

3. ARCHITETTURA DEL SISTEMA PILOTA

3.1 Descrizione Generale

Il Sistema Pilota è composto di quattro tipologie d'elementi: le apparecchiature di bordo, i Centri di Controllo, il Centro di Comunicazione e le apparecchiature da campo.

Il sistema principale d'acquisizione per telemetria è fisicamente localizzato sulla parte motrice del veicolo. Le funzioni generali di questo sistema consistono nel monitorare informazione, ad esempio, la localizzazione del veicolo, la natura, la quantità e lo stato del carico, e di fornire una piattaforma di comunicazione multimodale. Questo sistema comunica i dati ai centri fissi d'elaborazione e archiviazione sul territorio. Sulla base della dimensione del territorio italiano e della necessità di avere diversi livelli di controllo, per esempio, avere frequenze di monitoraggio più alte nelle zone ad alto rischio o alte concentrazioni d'entità vulnerabili, sono necessari due tipi di Centri di Controllo:

- un Centro di Controllo con competenza nazionale con basso tasso di campionatura però con monitoraggio dell'intero territorio;
- un Centro di Controllo a livello locale con controllo molto preciso (alto tasso di campionatura) dei veicoli nelle loro zone di competenza.

La gestione dello scambio d'informazioni tra i diversi Centri di controllo e le apparecchiature di bordo rappresenta un aspetto importante considerando la vastità del territorio e dei vari livelli di controllo previsti. Tale gestione è affidata al Centro di Comunicazione.

Il diagramma della Figura 1 mostra l'organizzazione e i flussi di comunicazione nell'architettura del Sistema Pilota; mostra anche come le zone sono delimitate da apparecchiature fisse e quindi come la gestione è garantita dai diversi Centri di Controllo. Lo schema di destra mostra la localizzazione dei Centri di Controllo sul territorio italiano.

3.2 Apparecchiatura di bordo

Il sistema rappresentato dall'apparecchiatura di bordo è diviso in due parti indipendenti: un dispositivo facendo funzione di driver, chiamato "Cabina" e un dispositivo chiamato "Carico" per il monitoraggio dello stato e della posizione delle merci. La Figura 2 mostra la composizione tipica, la localizzazione e l'installazione di questi dispositivi.

Il dispositivo di cabina, installato nella parte motrice del vettore, permette all'autista di comunicare con i Centri di Controllo del Trasporto tramite tecnologie GPRS (dati) e GSM (voce). La caratteristica principale di questo dispositivo è quella di avvisare l'autista quando entra in una zona ad alto rischio e di aiutarlo ad evitare o ad uscire da aree coinvolte in una situazione di pericolo. Il dispositivo di cabina è stato disegnato sia per facilitare le attività giornaliere dell'autista (per esempio grazie alle caratteristiche di navigazione) sia per servire come supporto in caso d'incidente.

Il dispositivo di carico (fissato al rimorcheno) determina lo stato, la posizione e la condizione del carico. Lo stato e la condizione del carico sono ottenuti tramite un'interfaccia a sensori di tipo analogico-digitale e interfacce seriali (RS-232 e CAN Bus). La posizione terrestre del carico è determinata a partire da un ricevitore GPS con correzioni tramite giroscopio e odometro. Questo dispositivo può funzionare sia autonomamente sia in connessione con il dispositivo di cabina mantenendo così l'autista sempre aggiornato sullo stato del dispositivo di carico.

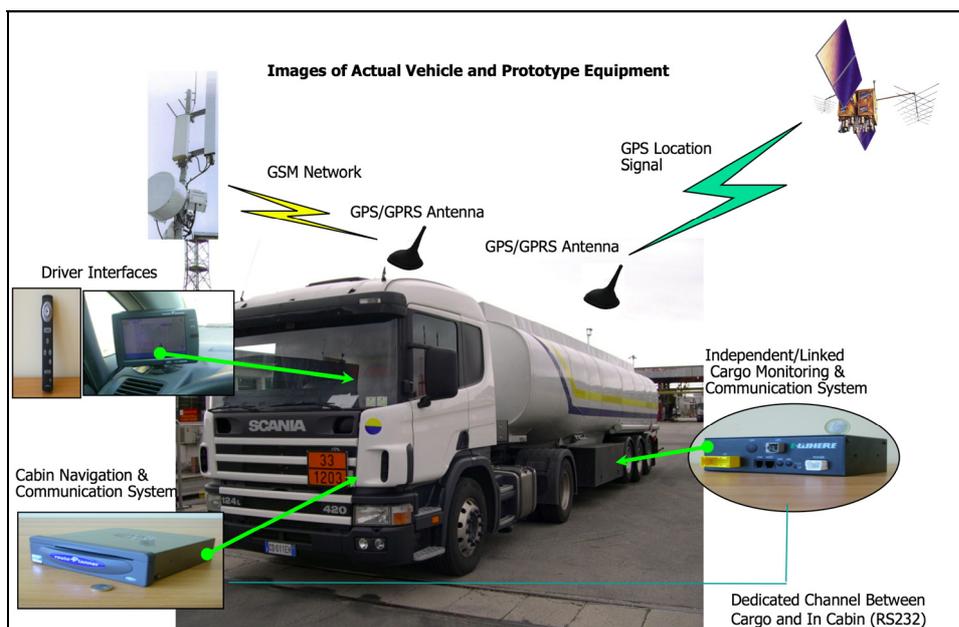


Figura 2 - Sistemi installati a bordo di un mezzo di trasporto

3.3 Apparecchiatura da campo

L'apparecchiatura da campo è un sistema fisso che serve a delimitare fisicamente delle zone predefinite per la valutazione rapida della quantità e del tipo di materiali pericolosi che si trovano in una zona data (Figura 3). Fino ad un certo punto, l'apparecchiatura da campo duplica il funzionamento del sistema di bordo.

Questa apparecchiatura può essere installata in posizioni critiche nelle aree industriali monitorate, per esempio, nei punti principali d'entrata e di uscita delle aree industriali. Sarà capace di interrogare i veicoli attrezzati al momento del loro passaggio e di rimandare l'informazione ad un Centro di Controllo del

Trasporto. Il suo funzionamento permette di confermare la presenza del veicolo attrezzato sul territorio; questa caratteristica dovrebbe già essere disponibile tramite la funzione normale di localizzazione automatica del veicolo nei dispositivi di bordo. Accanto al suo possibile utilizzo per il monitoraggio del trasporto di merci pericolose su strada, è stata concepita un'estensione dell'apparecchiatura da campo al monitoraggio del trasporto di merci pericolose su rotaie, con strumentazione appropriata.

3.4 Centro di Comunicazione e Centro di Controllo del Trasporto

Il ruolo del Centro di Comunicazione è quello di sostenere il funzionamento del sistema sul territorio nazionale italiano centralizzando alcune funzioni come “data logging” e la distribuzione delle comunicazioni. Questo Centro assicura anche il salvataggio dei dati e dell'informazione trasmessa dai veicoli e, inoltre, la diramazione opportuna delle comunicazioni fra i veicoli e i Centri di Trasporto di pertinenza.

Il Centro di Controllo Trasporto monitora sul territorio di riferimento ad esso assegnato il trasporto in corso dei vettori tramite l'aggiornamento costante della loro localizzazione e delle altre informazioni trasmesse. Fornirà essenzialmente le funzioni seguenti:

- monitoraggio e localizzazione dei veicoli sia tramite comunicazione con l'apparecchiatura di bordo sia con l'apparecchiature fissa di campo;
- visualizzazione della data e del percorso con posizione geografica e aggiornamento in tempo reale;
- gestione dell'informazione sulle emergenze;
- supporto di comunicazione con messaggi dall'autista verso l'operatore e vice versa.

Il diagramma della Figura 3 mostra l'organizzazione di una stazione operativa tipica di un Centro di Controllo nella quale un primo schermo è dedicato alla gestione dell'emergenza ed un secondo schermo alla visualizzazione su GIS dei vettori.

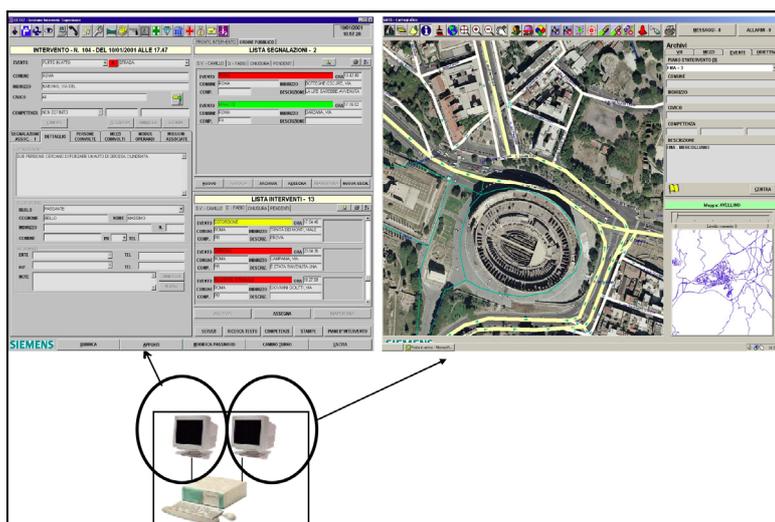


Figura 3 - Configurazione tipica doppio schermo di una postazione operatorie di un Centro di Controllo

4. MONITORAGGIO DEI MEZZI DI TRASPORTO

Il sistema di monitoraggio dei mezzi di trasporto ha due specifiche modalità operative in funzione dello stato del mezzo. Una prima modalità prevede il rimorchio agganciato alla motrice con il motore acceso; la seconda è relativa allo stato stazionario del rimorchio con motrice scollegata.

Nel caso in cui il veicolo è in moto, il sistema di comunicazione previsto in cabina invia periodicamente (il periodo è configurabile) un messaggio al Centro di Comunicazione. Il messaggio contiene le coordinate geografiche espresse in latitudine e longitudine, la velocità media, la direzione di percorrenza e l'istante temporale in cui i dati sono stati rilevati. Tale informazione viene distribuita al Centro di Controllo di pertinenza dove il messaggio viene archiviato.

Quando il rimorchio è staccato dalla motrice, il messaggio di posizione è inviato dal sistema installato su di esso con un periodo più lungo. Il messaggio fornisce la posizione del rimorchio e i valori relativi ai sensori connessi.

Durante la prima fase dell'attività, due tipi di rimorchi sono stati monitorati; un rimorchio con cisterne per il trasporto di idrocarburi e un semirimorchio a comparti.

Il primo rimorchio è costituito da cinque cisterne che possono trasportare qualsiasi prodotto petrolifero liquido. Questo mezzo ha a bordo un sistema conta-litri per la registrazione fiscale dei quantitativi caricati e scaricati, e un certo numero di sensori di controllo e di antifurto.

Il semirimorchio è la cisterna più grande a cui è consentito circolare sulle strade italiane. Contiene tre comparti longitudinali. Questo semirimorchio monitorato dal Sistema dei Trasporti non ha alcun sensore installato.

Il sistema installato sul rimorchio permette di rilevare un certo numero di segnali analogici e digitali relativi allo stato del carico. Quando viene rilevato un cambiamento per ciascuno dei parametri monitorati, viene inviato un messaggio codificato al centro di controllo delle comunicazioni. Tale messaggio riporta lo stato del sistema e i valori di tutti i parametri rilevati. Un particolare dispositivo è stato predisposto per acquisire anche i dati rilevati dal conta-litri elettronico. Ciò permette di acquisire informazioni in tempo reale sul quantitativo di prodotti petroliferi trasportati. Questo messaggio viene inviato tramite il sistema predisposto sulla motrice. Inoltre un altro set di sensori di carattere ambientale è stato installato su un limitato numero di rimorchi con finalità sperimentali.

È stato anche predisposto un sistema che consente all'autista di inviare, sulla base della propria perizia, un certo numero di messaggi predefiniti sulle condizioni ambientali come ad esempio, scarsa visibilità, condizione di traffico intenso.

La Figura 4 mostra in verde le 65.000 posizioni presenti nel database del sistema di monitoraggio, a seguito del monitoraggio, durante la prima fase d'attività, di una cisterna nella Regione del Veneto, per un periodo di tre mesi. La grande quantità di punti di monitoraggio permette di ricomporre, visualizzare ed identificare senza problemi gli itinerari seguiti durante i tre mesi d'attività.

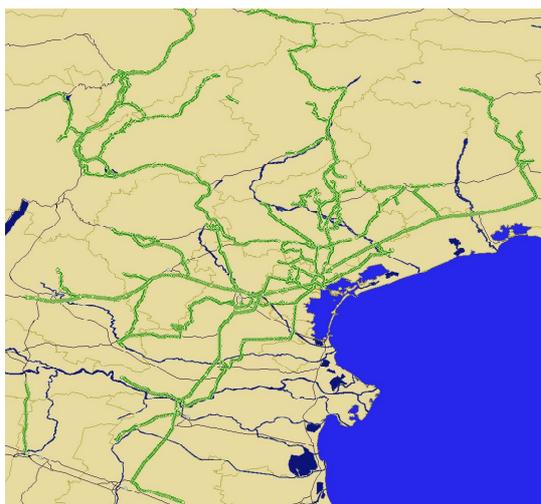


Figura 4 - Risultato (in verde) del monitoraggio di un mezzo di trasporto durante 3 mesi d'attività

5. ANALISI DI RISCHIO

Come illustrato nel paragrafo precedente, il sistema di monitoraggio fornisce per ogni mezzo di trasporto monitorato la posizione geografica in tempo reale, con una frequenza di campionamento di quattro posizioni territoriali al minuto. Facendo alcune assunzioni sui tempi d'utilizzo dei mezzi nell'arco temporale di un anno, cioè considerando i possibili turni d'esercizio e i fermi per manutenzione, si stima che ogni mezzo possa fornire un quantitativo di dati dell'ordine del milione all'anno. Considerato che quando il sistema entrerà in regime il parco dei mezzi che si intende monitorare potrà essere pari a qualche migliaio di unità, si intuisce come la mole d'informazione da gestire sia enorme. Pertanto è stato previsto lo sviluppo di un pre-processore in grado di validare i dati e elaborarli per fornire al sistema di valutazione degli scenari di rischio. Il diagramma riportato nella 0 illustra schematicamente il flusso di informazione.

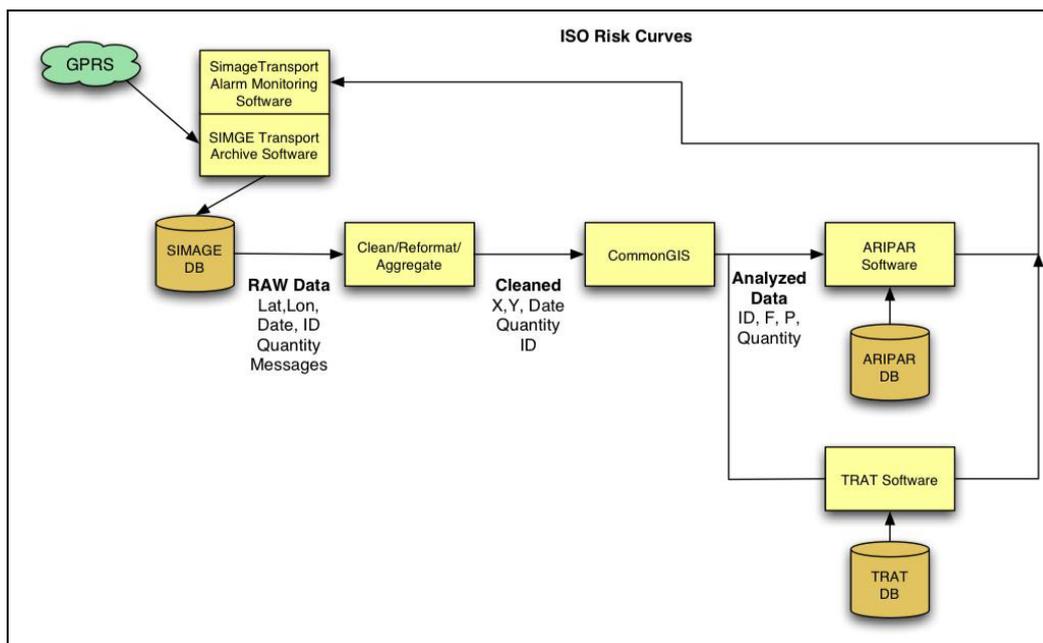


Figura 5 - Diagramma di flusso dell'informazione relativa al monitoraggio dei mezzi di trasporto

Il pre-processore dapprima eliminerà dalla banca dati tutti i record che si riferiscono ai messaggi scambiati tra il centro di controllo e ciascun mezzo, cioè le informazioni che non sono relative al posizionamento dei mezzi sul territorio. In secondo luogo, verrà verificato che i campi siano completi e che l'informazione pervenuta sia consistente. Ad esempio, l'ora d'invio deve essere congruente con quella di ricezione; la velocità del mezzo, calcolato rispetto alla posizione precedente deve essere plausibile.

I dati validati vengono in seguito analizzati al fine di ottenere delle statistiche di supporto alle esigenze dell'operatore e secondo dei criteri predefiniti. Le classi di criteri di riferimento sono le seguenti:

- le statistiche in funzione della sostanza o della tipologia di sostanza trasportata;
- le statistiche in funzione delle tipologie di sostanze trasportate; ogni tipologia è definita in funzione della fenomenologia di incidente;
- le statistiche in funzione del periodo temporale di interesse
- le statistiche definite per una determinata area geografica

Per quanto riguarda la prima classe di criteri, al momento è possibile distinguere tra le sostanze ad oggi monitorate dal Sistema Pilota: TDI, GPL, Idrocarburi e Acido nitrico.

Le sostanze considerate verranno anche raggruppate in funzione delle tipologie di scenario incidentale a cui possono dare origine. La fenomenologia considerata è la seguente:

- UVCE
- Esplosione confinata
- Fireball
- JetFire
- Dispersione Jet
- Dispersione catastrofica di gas pesante
- Dispersione nube tossica

Vista la ricchezza dell'informazione, la classificazione della distribuzione dei mezzi in funzione del periodo temporale può essere effettuata considerando periodi che possono andare dalla mezz'ora all'intero periodo annuale. Ad esempio può essere definita la statistica per un intervallo di tempo relativo ai giorni feriali soltanto per le prime ore del mattino oppure distinguendo tra periodo diurno e notturno.

Infine le statistiche possono essere definite in funzione dei diversi contesti territoriali. I contesti territoriali assunti sono quelli amministrativi, cioè il livello Regionale, Provinciale e Comunale ma l'analista potrà anche definire nuovi contesti d'indagine. Come intuibile, i criteri di selezione possono essere cambiati per meglio rispondere alle esigenze dell'analista.

I risultati del pre-processore sono quindi visualizzati mediante un sistema GIS, basato su tecnologia CommonGIS, con degli strumenti predefiniti per l'analisi dei dati e delle serie temporali, e per la definizione di analisi multicriteriali.

Nelle Figure 6 e 7 sono riportati due casi di risultati tipici dell'analisi effettuabile con il sistema GIS predefinito per il Sistema Pilota. La Figura 6 rappresenta il ranking territoriale in funzione dei criteri definiti

dall'operatore: questo tipo d'analisi permette di identificare le regioni maggiormente sensibili e può essere effettuato considerando diversi livelli territoriali che vanno da quello più esteso, cioè regionale, fino a quello sub-comunale. La Figura 7 illustra come le funzionalità di filtro tempo-spaziale disponibili nell'ambiente di analisi CommonGis permettano di identificare dei punti critici sul territorio.

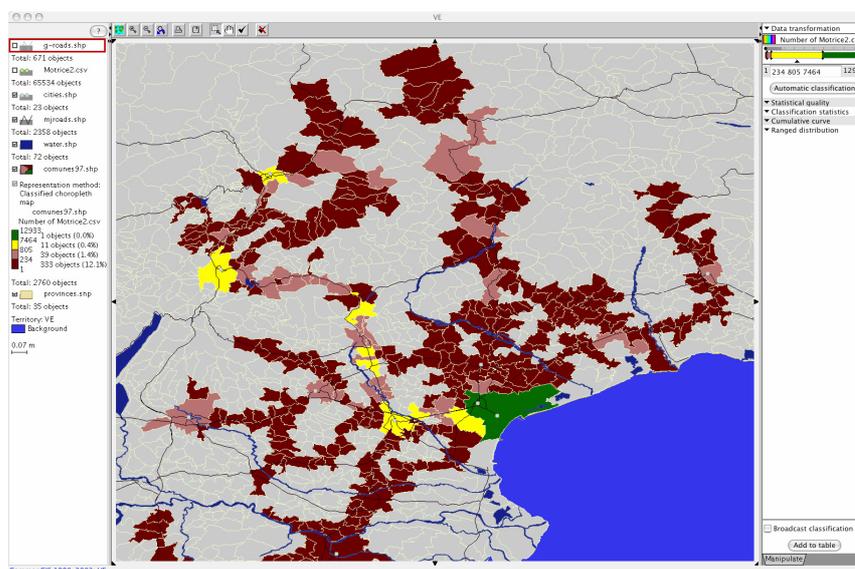


Figura 6 – Classificazione delle Comuni in funzione della presenza del mezzo di trasporto (da massima presenza a nessun passaggio: verde, giallo, rosa, bordeaux e grigio)

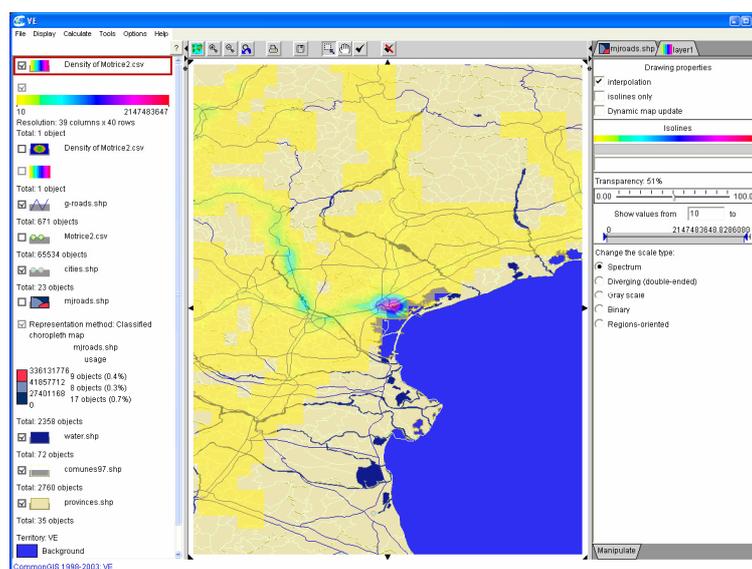


Figura 7 – Identificazione di punti critici sul territorio tramite generazione delle isolinee delle frequenze

6. GENERAZIONE D'ALLARME

La principale funzione del sistema a bordo è quella di fornire una piattaforma di comunicazione. Un doppio sistema modem GSM/GPRS è presente sia sul sistema in cabina sia su quello installato sul rimorchio. I modem permettono simultaneamente una comunicazione di tipo GSM e GPRS.

Diverse tipologie di segnali d'allarme possono essere generati e trasmessi dalla piattaforma di comunicazione. Alcuni segnali d'allarme possono essere generati dal conducente chiamando telefonicamente un centro di controllo delle emergenze (i numeri 112 o 115). L'autista ha la facoltà di attivare un bottone d'emergenza predisposto in cabina con il quale viene inviato automaticamente un segnale d'allarme

precodificato ad centro di controllo nazionale che può quindi diramarlo tramite fax, sms, o email ad ogni stazione operativa del sistema SIMAGE Trasporti o alle Autorità Competenti per la gestione delle emergenze. Il sistema in cabina può essere configurato per emettere un allarme quando qualsiasi dei sensori installati registra un cambiamento di stato. Se sono installati sensori d'incidente, quali ad esempio gli airbags o i sensori di ribaltamento, l'allarme può indicare in modo efficace un incidente senza il necessario intervento dell'autista. La combinazione dei sensori d'incidenti con i sensori di stato consente di inviare segnali d'allarme con associate informazioni dettagliate quali la posizione dell'incidente e un'eventuale mappa circostante, il tipo e la quantità di sostanza coinvolta, se l'incidente ha implicato un ribaltamento del veicolo, lo stato del veicolo, il tipo di rimorchio coinvolto.

È chiaro che se il segnale d'allarme è generato in automatico, occorre garantire un appropriato ciclo di verifica del segnale che preveda almeno le seguenti misure: i messaggi generati in automatico verso un'unità d'emergenza devono contenere un riferimento ad una persona di contatto per verificare la validità del segnale stesso; devono essere state rese operative presso le unità d'emergenza le idonee procedure di gestione operativi; il personale coinvolto deve aver ricevuto una formazione adeguata.

7. CONCLUSIONI

La problematica del monitoraggio del trasporto delle sostanze pericolose non è soltanto un problema tecnologico del riconoscimento della posizione dei vettori e di un'adeguata trasmissione e succedente elaborazione dati. È anche un problema d'accettazione di un tale sistema da parte dell'industria e dei trasportatori. Per raggiungere un numero rappresentativo di vettori monitorati e dei costi d'operatività sostenibile è necessario fare in modo che il sistema, oltre alla sua vocazione istituzionale, possa apportare un valore aggiuntivo ai privati che accettano su base volontaria, perché ad oggi non esiste un vincolo legislativo, di partecipare a tale esperimento.

Il Sistema Pilota SIMAGE oltre ad essere integrato nelle procedure istituzionali vigenti rappresenta una possibile soluzione per i privati.

Va anche rilevata l'importanza notevole del monitoraggio del trasporto delle sostanze pericolose alla luce della rinnovata attenzione ai problemi di sicurezza e di vulnerabilità del territorio.