

**CRITERI PER L'ANALISI DI RISCHI CONNESSI AL TRASPORTO DI MERCI PERICOLOSE SUL
TERRITORIO IN SEDE LOCALE. PIANIFICAZIONE DELL'INTERVENTO TECNICO
DEL COMANDO PROVINCIALE VVF.
DATI ED ESPERIENZE OPERATIVE DEI VIGILI DEL FUOCO IN LIGURIA.**

**Dott. Ing. Pietro DI MARTINO – Ispettore Antincendi Coordinatore del Comando Provinciale VVF di Savona
Dott. Ing. Silvio SAFFIOTI – Comandante Provinciale dei Vigili del fuoco di Savona**

**C/o Comando Provinciale VVF Savona
Via Nizza, 35
SAVONA**

SOMMARIO

Il lavoro si propone di esaminare le problematiche connesse ai rischi associati al trasporto di merci pericolose in una realtà locale – quella ligure – caratterizzata, oltre che dalla presenza di tutte le tipologie di trasporto (stradale ed autostradale, ferroviario, marittimo, portuale ed aereo) da particolari problematiche derivanti dall'orografia e dalle caratteristiche di antropizzazione del territorio.

Si intende dapprima esaminare i criteri per un'analisi qualitativa e quantitativa dei rischi che possa fornire al Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco (ed all'Ispettorato Regionale) le informazioni ed i dati necessari alla pianificazione delle attività di contrasto dei sinistri più gravi ("top events") credibili e delle relative attività di primo intervento ed emergenza. In tale ambito si prevede altresì di riportare dati desunti da rilievi sui trasporti di merci pericolose effettuati sul territorio ligure.

Nel prosieguo si intende sviluppare un'ipotesi di organizzazione provinciale (e regionale) in ambito VVF atta a fornire un adeguato livello di risposta alla fase di previsione svolta, operata anche e soprattutto sulla base delle esperienze operative maturate in Liguria negli anni recenti, ivi compresa una valutazione critica delle principali problematiche suggerite dai casi reali.

Infine ci si propone di fornire, tenuto conto dei risultati delle analisi anzidette, informazioni e suggerimenti di carattere meramente tecnico-operativo, rivolte alle Amministrazioni Locali, agli Enti ed agli operatori della sicurezza pubblici e privati, che possano risultare utili sia nella fase di prevenzione dei sinistri, sia in quella di predisposizione di pianificazioni di protezione civile, sia – infine – all'atto dell'apporto di risorse e di collaborazione che si deve necessariamente sviluppare al verificarsi dell'emergenza.

1. IL TRASPORTO DELLE SOSTANZE PERICOLOSE: " ANALISI DEL RISCHIO "

Le problematiche insite nella valutazione del rischio nel trasporto delle sostanze pericolose sono principalmente connesse, allo stato attuale, con le difficoltà di reperimento dei dati inerenti ai traffici delle merci pericolose. Tali dati riguardano le tipologie dei prodotti, i flussi, le direttrici e le tipologie dei mezzi.

Spesso le Autorità e le Amministrazioni cui spettano per legge la pianificazione del territorio, sia in un'ottica di prevenzione sia in quella di protezione, non hanno ancora sviluppato una sensibilità tale da portarle a sviluppare studi ed analisi o comunque a procedere alla stesura di pianificazioni d'emergenza.

I Sindaci dei territori attraversati dai flussi di trasporto di merci pericolose non soltanto non hanno un ente di riferimento ove reperire le informazioni, ma neppure dispongono di strutture tecniche in grado di effettuare ricerche, analisi e pianificazioni.

Nei piani comunali e provinciali di protezione civile la problematica del come fronteggiare un incidente grave coinvolgente materie pericolose in fase di trasporto è frequentemente solo accennata e ci si limita ad una banale elencazione di indirizzi utili da contattare nella circostanza.

Le strutture sanitarie sono anch'esse generalmente poco sensibili al problema – percepito come esigenza sporadica e molto improbabile - e pertanto raramente possiedono una pianificazione delle esigenze che, in termini di risorse umane e di attrezzature, strumentazioni e conoscenze, possono risultare utili nell'eventualità di un incidente grave.

I Comandi Provinciali dei Vigili del fuoco, che rappresentano sul territorio le strutture operative cui compete la responsabilità del primo intervento tecnico a tutela delle popolazioni, dei beni e dell'ambiente, devono comunque misurarsi con il problema e predisporre una risposta efficace e strutturata in maniera non estemporanea ed improvvisata. A questo riguardo molti sono ormai i Comandi provinciali VVF che vantano una tradizione in materia di nuclei di pronto intervento per incidenti chimici, ma tali iniziative non derivano da un'organizzazione strutturata sulla base di studi e direttive di carattere nazionale, essendo legate anzitutto alla sensibilità dei singoli Comandi ed all'efficacia della loro interazione con il territorio nel quale gli stessi operano.

La presente memoria si propone di approfondire la problematica, fornendo – con riferimento ad una specifica realtà, quella ligure – alcune informazioni che permettano di inquadrarla nella corretta dimensione e indicando le predisposizioni attuali e future che sono ritenute necessarie per le strutture operative periferiche del Corpo nazionale dei vigili del fuoco per affrontare le possibili emergenze in maniera più organizzata e professionale.

1.1. Rischi durante il trasporto

Il rischio tecnico associato ad un'attività industriale è, secondo la definizione generalmente accettata, pari al prodotto della frequenza probabile dell'evento pericoloso per l'entità delle relative conseguenze:

$$R = F * M \quad (1)$$

dove: M = Magnitudo

F = Frequenza di accadimento dell'evento

Se F è espresso in termini di *occasioni/anni* ed M in termini di *danni economici (lire)*, il rischio R è valutato in *lire/anno* di danni probabili. Ove fosse invece misurato in termini di rischio per l'uomo (es. numero di feriti provocati dall'evento) il rischio R sarebbe valutato come numero di *feriti/anno*.

Nell'esame della movimentazione via terra di sostanze pericolose, un evento rischioso considerato è solitamente la fuoriuscita della sostanza a seguito della collisione del mezzo di trasporto con altro veicolo o del ribaltamento dello stesso.

Se chiamiamo F_c la frequenza storica di collisione espressa in termini di *occasioni/mezzo di trasporto per Km* (valutata statisticamente tramite l'analisi della storia degli incidenti avvenuti) e se consideriamo una rete stradale soggetta ad un traffico annuo di n veicoli con percorrenza media di x Km, ne consegue che la frequenza annua di collisioni è espressa da:

$$F_a = F_c * n * x \quad (2)$$

Fortunatamente non tutte le collisioni provocano penetrazione e quindi perdita di prodotto. Se definiamo p_p la probabilità che la collisione provochi la penetrazione, ne consegue che la frequenza annua di collisioni con fuoriuscita di prodotto è data da:

$$F_p = F_a * p_p = F_c * n * x * p_p \quad (3)$$

La stima di p_p , è stata oggetto di indagini statistiche, analitiche e sperimentali; il metodo previsionale di più comune applicazione è in genere quello che correla la resistenza strutturale alla deformazione all'energia cinetica totale della collisione.

Per quanto concerne la Magnitudo M (entità delle conseguenze dell'evento pericoloso), i metodi per la valutazione sono assai diversi a seconda del tipo di evento considerato. Se ad esempio l'evento esaminato è l'incendio conseguente la fuoriuscita del prodotto, si procede come segue:

1. Si determina l'aliquota α di mezzi che trasportano prodotti infiammabili rispetto al numero totale n di mezzi che percorrono la rete.
2. Si valuta la probabilità p_i che il prodotto rilasciato trovi una sorgente di innesco.
3. Si stima l'entità dell'irraggiamento conseguente l'incendio nell'area circostante.

4. Si calcola l'entità del danno D_{irr} provocato dall'irraggiamento sulle strutture circostanti. Il rischio globale di danni da irraggiamento è espresso quindi da:

$$R_{irr} = a * F_p * p_i * D_{irr} = a * F_c * n * x * p_p * p_i * D_{irr} \quad (4)$$

Il valore p_i dipende dal tipo di sostanza trasportata, dalle modalità del rilascio e dalla capacità dei servizi di emergenza di intervenire tempestivamente sul luogo della collisione (per limitare la dispersione del prodotto ed isolarlo dalle possibili sorgenti di innesco).

Il valore di D_{irr} dipende dall'entità dell'irraggiamento prodotto (e quindi dall'efficienza dei servizi di emergenza nel limitare le dimensioni dell'incendio).

In modo del tutto analogo si procede quando si considerano eventi rischiosi di altro tipo, quale ad esempio l'inquinamento ambientale, in seguito a perdita di prodotto per collisione. Detta β l'aliquota di mezzi che trasportano prodotti inquinanti, il rischio annuo di inquinamento risulta espresso da:

$$R_{inq} = b * F_c * n * x * p_p * D_{inq} \quad (5)$$

Il valore di D_{inq} dipende ovviamente dalla capacità dei servizi di emergenza di contenere la diffusione della sostanza rilasciata, dalle caratteristiche chimico-fisiche del prodotto e dalla situazione ambientale.

In una rete stradale esistono diverse zone più o meno critiche che sono caratterizzate dalla particolare configurazione geometrica e dalle condizioni di traffico.

Per un corretto approccio teorico ai rischi connessi con il trasporto è necessario dividere la rete stradale in Z zone diverse.

Il numero di collisioni puramente casuali e teoriche che possono verificarsi in ciascuna zona Z tra il mezzo i e il mezzo j è dato da:

$$C_{ij} = T_i * P_j * P_{ij} \quad (6)$$

dove: $T_i = Z/V_i$ è il tempo di permanenza nella zona Z del mezzo i che attraversa la zona con velocità V_i .

$P_j = 1/\tau * Z/V_j$ è la probabilità di presenza nella zona Z del mezzo j che attraversa la zona con una velocità V_j .

(τ è il numero di secondi in un anno se V_j viene espresso in termini di una *lunghezza/secondo*)

P_{ij} è la probabilità di collisione per unità di tempo tra i due mezzi i e j e si ottiene integrando un sistema di equazioni vettoriali che tengono conto della dimensione di ciascun mezzo e dell'angolo ipotizzabile di collisione.

Dato il volume di traffico Q (numero complessivo di mezzi, esprimibile come: n° di mezzi, o come: n° di mezzi/ora) nella zona considerata, si ha il numero totale di collisioni casuali e teoriche dalla sommatoria:

$$K = \sum_{i=1}^Q \sum_{j < i} C_{ij} \quad (7)$$

Di fatto il trasporto in rete stradale non è un fenomeno puramente casuale. Gli spostamenti dei mezzi sono regolati da precise norme e il conducente valuta la situazione e interviene secondo le necessità del caso.

Pertanto nella realtà, il numero di collisioni è inferiore a quello teorico.

La relazione teorica è così modificata:

$$K_R = 2 * v * K \text{ (collisioni reali)} \quad (8)$$

dove:

v è un parametro legato a due fattori: l'uno valutabile in base alla teoria dell'affidabilità e dei guasti casuali, l'altro, molto più complesso, relativo all'errore umano (affidabilità della macchina uomo).

Il rischio potenziale di collisione in una rete stradale può essere valutato statisticamente analizzando la storia degli incidenti avvenuti nel passato.

La frequenza di incidente per Km percorsi, può essere valutata teoricamente mediante un modello matematico nel quale vengono considerate le caratteristiche fisiche e di popolamento della zona percorsa:

$$P = (\psi * N^{p-1} * T^{q-1}) / 365 \text{ (*)} \quad (9)$$

dove: P frequenza di incidente

ψ parametro dipendente dal tipo di strada (inerente la "pericolosità dell'arteria percorsa")

N veicoli al giorno

T percentuale di veicoli pesanti

OSSERVAZIONE: La frequenza di incidente calcolata tramite la relazione (*) è una *frequenza giornaliera* (365 sono i giorni in un anno). Poichè i mezzi pesanti adibiti al trasporto di sostanze pericolose circolano su strade e autostrade per un numero X di giorni all'anno (inferiore a 365), la frequenza di incidente giornaliera per Km, risulta essere:

$$P = (\psi * N^{p-1} * T^{q-1}) / X \quad (10)$$

X risulta minore di 365, in quanto i veicoli pesanti non possono circolare nei giorni festivi e in occasione di esodi estivi.

1.2. Differenti tipi di collisione

La possibilità che si verifichi un rilascio di prodotto nell'ambiente a seguito di un incidente stradale, dipende esclusivamente dal tipo di collisione avvenuta, dal punto interessato (parte anteriore del mezzo, parte posteriore o fiancata) e dalla forza di impatto. Dal punto di vista della vulnerabilità, l'area del mezzo che presenta la minima resistenza alla penetrazione è la fiancata: è quindi possibile definire, per una data classe di mezzi, le coppie critiche di massa e di velocità normale alla fiancata che possono provocare il collasso della fiancata stessa e la fuoriuscita del prodotto contenuto.

A titolo di esempio in tabella 14 sono riportate le percentuali riguardanti differenti tipi di collisioni che hanno coinvolto autobotti, autocarri, ed altri tipi di veicoli, basati sull'analisi di 17.645 incidenti avvenuti in Danimarca negli anni 1983-1988, riferiti ai tre diversi limiti di velocità vigenti nel paese.

La simbologia adottata è la seguente:

con -> si indica la parte posteriore del mezzo

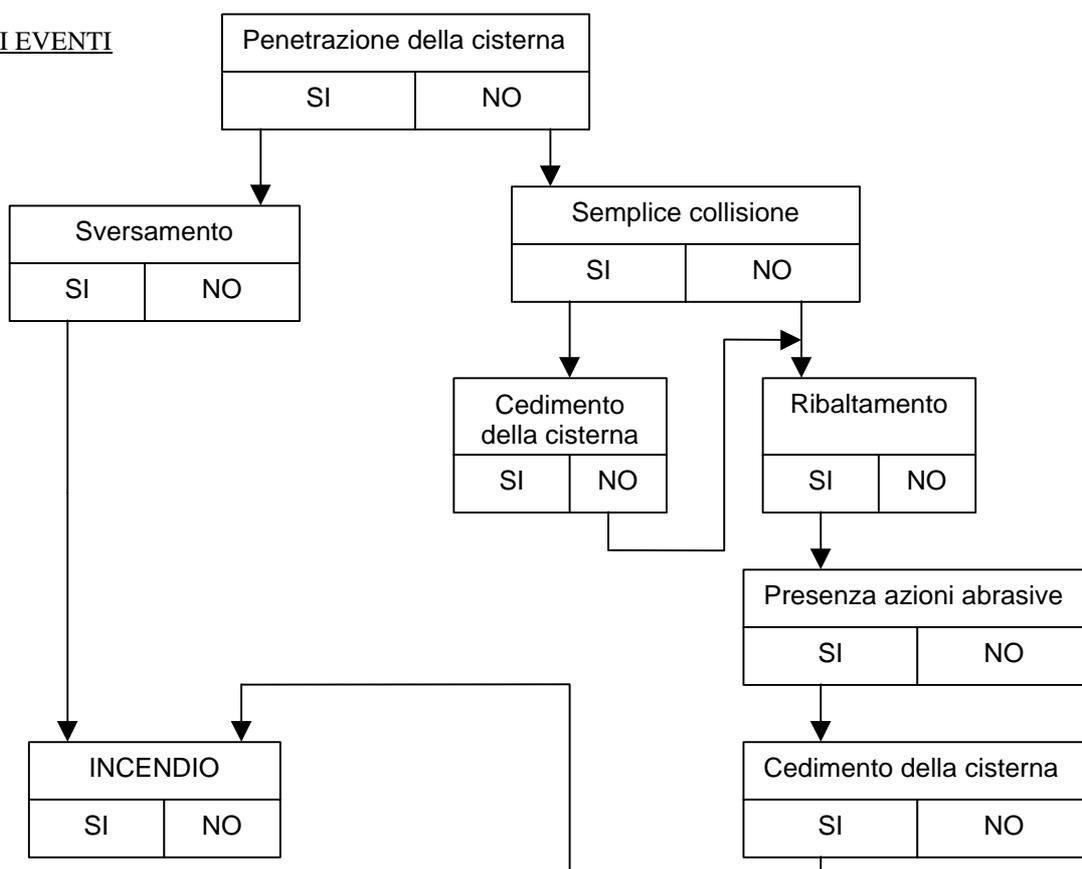
con <- si indica la parte anteriore del mezzo c

con [] si indica la fiancata del mezzo

PERCENTUALE INERENTE DIFFERENTI TIPI DI COLLISIONE IN RAPPORTO AI LIMITI DI VELOCITA'			
TIPO DI COLLISIONE	50 km/h	80 km/h	100 km/h
Autobotte ->> + <<<- Autocarro	0.6	1.4	0.1
Autobotte ->> + Autocarro ->>	0.8	1.7	5.6
Autobotte ->> + [] Autocarro	1.3	2.0	1.3
Autobotte ->> + <<<- Furgone	0.6	1.0	0.9
Autobotte ->> + Furgone ->>	0.8	0.8	2.0
Autobotte ->> [] Furgone	1.3	1.3	1.2
Autobotte ->> + <<<- Automobile	6.2	10.8	6.4
Autobotte ->> + Automobile ->>	8.3	8.4	13.7
Autobotte ->> + [] Automobile	13.6	13.9	8.2
Autobotte ->> + [] Treno	0.1	0.0	0.0
Autobotte ->> + Autotreno	6.0	4.3	4.3
Autobotte [] + Autotreno	12.5	2.7	2.5
Autocarro ->> + [] Autobotte	3.2	4.6	2.7
Furgone ->> + [] Autobotte	3.0	3.2	3.2
Automobile ->> + [] Autobotte	32.1	33.2	22.1
Treno ->> + [] Autobotte	0.2	0.2	0.0
Autocarro ->> + Autobotte ->>	1.0	1.2	2.6
Furgone ->> + Autobotte ->>	0.7	0.8	2.9
Automobile ->> + Autobotte ->>	8.0	8.5	19.9

Analizziamo ora le possibili conseguenze relative ad un incidente stradale coinvolgente mezzi adibiti al trasporto di sostanze pericolose, e la stima di un eventuale rilascio nell'ambiente:

ALBERO DEGLI EVENTI



- A seguito di un incidente stradale, è possibile si verifichi penetrazione della cisterna e conseguente rilascio totale, nel caso si superino i valori critici di massa e velocità.
- Qualora tali valori critici non vengano superati, è possibile che il mezzo sia coinvolto in una serie di collisioni secondarie, che nel caso di elevata forza di impatto, possono causare danneggiamento della cisterna e/o delle valvole (di sicurezza e di carico-scarico), e conseguente sversamento parziale o totale.
- Nel caso non siano presenti forze di impatto (non si verifica collisione), è possibile che la cisterna ceda sotto l'azione di forze abrasive (è il caso in cui il mezzo si ribalta).
- La presenza di fuoco può causare collassamento della cisterna anche in assenza di collisione e di forze abrasive.

1.3. Il trasporto su rotaia

Dall'analisi statistica degli incidenti avvenuti negli anni 1985 -1992: coinvolgenti cisterne adibite al trasporto di sostanze pericolose, è possibile classificare gli episodi in base alle cause che li hanno determinati, e all'ammontare della quantità di sostanza rilasciata.

Tabella - Cause di rilascio accidentale (esprese in: *media del numero di casi/anno*) e quantità sversate, relative ad incidenti ferroviari (anni 1985 -1992).

CAUSA	RILASCIO NULLO (0 litri)	RILASCIO LIEVE (< 10 litri)	RILASCIO MEDIO (10-200 litri)	RILASCIO GRAVE (> 200 litri)
Cedimento spontaneo della cisterna	0	0.57	1.00	0.29
Cedimento delle valvole	0	0.86	1.71	0
Trasudamento	0	0.29	0	0.29
Deragliamenti	1.00	0.14	0.14	0.29
Altro	0.43	0.57	0.71	0.43
TOTALE	1.43	2.43	3.56	1.03

Dall'esame degli incidenti ferroviari verificatisi negli anni in questione, (stimabili mediamente in 9/anno), è risultato che:

- nel 16% dei casi non si è verificato rilascio
- nel 28% dei casi si è verificato un lieve rilascio « 10 litri)
- nel 41% dei casi si è verificato un rilascio medio (10- 100 litri)
- nel 15% dei casi si è verificato un grave rilascio (> 200 litri).

1.4. Il trasporto su gomma

Come nel caso del trasporto su rotaia, per il trasporto su gomma, è stata analizzata la totalità degli incidenti, coinvolgenti mezzi adibiti al trasporto di sostanze pericolose, verificatisi negli anni 1985 -1992.

Tabella - Cause di rilascio accidentale (esprese in *media del numero di casi/anno*) e quantità sversate, relative ad incidenti stradali (anni 1985 -1992).

CAUSA	RILASCIO NULLO (0 litri)	RILASCIO LIEVE (< 10 litri)	RILASCIO MEDIO (10-200 litri)	RILASCIO GRAVE (> 200 litri)
Cedimento spontaneo della cisterna	0	1.57	2.71	0.29
Ribaltamento del mezzo	5.90	1.57	10.43	3.57
Collisione	1.86	0.29	2.14	1.71
Uscita di strada	2.57	0.14	1.43	1.14
Incendio	0.71	0.14	0.71	0.14
Altro	1.14	0	0	0
TOTALE	12.18	3.71	17.42	6.85

In base ai dati acquisiti, è risultato che la principale causa di grave rilascio accidentale nell'ambiente, è il ribaltamento del mezzo di trasporto. Eventi come collisioni con ostacoli fissi o altri veicoli e uscite fuori strada senza ribaltamento, hanno provocato, in media, sversamenti di lieve o media entità.

Dall'analisi della totalità degli incidenti, relativi agli anni in esame, (e stimabili mediamente in 40/anno), si è notata la seguente distribuzione:

- nel 30% dei casi non si è verificato rilascio
- nel 9% dei casi si è verificato un lieve rilascio (< 10 litri)
- nel 44% dei casi si è verificato un rilascio medio (10 -200 litri)
- nel 17% dei casi si è verificato un grave rilascio (> 200 litri)

La quantità media di prodotto sversato per incidente, risulta essere:
230 litri nel caso di incidente ferroviario
308 litri nel caso di incidente stradale.

1.5. Valutazione delle conseguenze di un rilascio di prodotto

A seguito di una collisione in rete stradale, se l'energia cinetica e l'angolo di collisione sono superiori ai valori critici, può aver luogo la penetrazione della cisterna con conseguente fuoriuscita totale o parziale del prodotto ivi contenuto.

Il comportamento del fluido rilasciato all'esterno determina l'entità dei danni alle persone e all'ambiente circostante. La modellistica che descrive il fenomeno è assai complessa ed in parte non ancora sufficientemente validata.

Esistono tuttavia metodi, più o meno approssimati, per esaminare la fenomenologia dei rilasci accidentali di fluidi pericolosi.

Occorre anzitutto distinguere tra:

- A1. Rilascio accidentale di liquidi
- A2. Rilascio accidentale di gas
- A3. Rilascio accidentale di vapori in equilibrio con la fase liquida

ed inoltre tra:

- B1. Rilascio accidentale di fluidi tossici
- B2. Rilascio accidentale di fluidi infiammabili
- B3. Rilascio accidentale di fluidi tossici ed infiammabili

E' infatti evidente che i meccanismi di dispersione sono profondamente diversi a seconda che il rilascio sia di categoria A2, A2 o A3, mentre il tipo di rischio cui si dà luogo è legato strettamente alla natura del fluido rilasciato, come descritto in B1, B2, B3.

Le conseguenze possibili sull'uomo e sull'ambiente di rilasci del tipo considerato, sono comunque riconducibili alle seguenti categorie fondamentali:

- C1. Irraggiamento termico da incendi catastrofici
- C2. Sovrapressioni da esplosioni in fase vapore
- C3. Intossicazione da gas e/o vapore
- C4. Inquinamento ambientale

Da quanto sopra, è evidente l'ampiezza delle conoscenze necessarie per descrivere le conseguenze di tipo C1 ÷ C4, a seguito di rilasci accidentali di fluidi di tipo B1 ÷ B3 in fase A1 ÷ A3.

Ove poi si considera che ciascun modello previsionale è a sua volta suddiviso in sotto- modelli che tengono conto di ulteriori aspetti particolari del rilascio (es. se il fluido rilasciato ha densità inferiore o superiore all'aria; se la temperatura di ebollizione a pressione atmosferica è inferiore o superiore alla temperatura ambiente, ecc...), si può comprendere la difficoltà nell'acquisire tali conoscenze.

2. LE SOSTANZE PERICOLOSE TRASPORTATE NELLA PROVINCIA DI GENOVA

A titolo di esempio si riportano nel seguito i dati di traffico acquisiti per la Provincia di Genova nell'ambito di uno studio condotto nel 1996.

2.1. Acquisizione dati

Nella valutazione della frequenza annua di collisione (per una rete stradale o ferroviaria), e nel calcolo dell'entità delle conseguenze dell'evento pericoloso, risulta indispensabile la conoscenza del traffico autoveicolare annuo, la percentuale dei mezzi adibiti al trasporto di sostanze pericolose e il tipo di sostanza trasportata.

Volendo stimare le quantità totali e la qualità delle sostanze movimentate nell'ambito dei confini provinciali, occorre valutare le singole quantità trasportate via terra (su " gomma e rotaia), e via mare (intese come i volumi di traffico ai terminali portuali).

Dall'analisi delle stime ottenute, è possibile classificare le diverse sostanze in rapporto ai rischi specifici connessi al trasporto e alla manipolazione, e alle possibili conseguenze inerenti un eventuale parziale o totale sversamento nell'ambiente.

La conoscenza del traffico annuo e la sua distribuzione sulla rete stradale e ferroviaria, permette l'individuazione dei tragitti maggiormente frequentati.

I dati delle movimentazioni riguardanti i diversi anni e relative al trasporto via mare (volumi di traffico ai terminali portuali) e su rotaia, sono stati forniti dalla Capitaneria di Porto e dall'Ufficio Merci delle Ferrovie dello Stato.

Per l'acquisizione dei dati inerenti al trasporto su gomma, si è provveduto ad una rilevazione diretta "in loco", allo scopo di valutare, (almeno indicativamente), il tipo di C sostanza trasportata, le relative quantità e frequenze.

2.2. Movimentazione su gomma: le quantità nel tempo

Per l'acquisizione dei dati inerenti al trasporto su gomma, si è provveduto (come già ricordato), ad una rilevazione sperimentale. Ciò si è reso necessario per valutare, almeno indicativamente, il tipo di sostanze trasportate e le relative quantità, dato che non sono disponibili dati certi riguardo al numero di veicoli mediamente in transito sulla rete autostradale provinciale.

In genere sulla rete autostradale provinciale circolano:

- Sostanze destinate all'imbarco provenienti da zone di deposito o produzione (insediati o meno in ambito provinciale)
- Sostanze trasportate via mare e destinate a zone di deposito o lavorazione (insediati o meno in ambito provinciale)
- Sostanze destinate a trasporto su rotaia provenienti da zone di deposito o produzione (insediati o meno in ambito provinciale)
- Sostanze trasportate su rotaia e destinate a zone di deposito o lavorazione (insediati o meno in ambito provinciale)
- Sostanze in transito provenienti o destinate a paesi stranieri

La rilevazione sperimentale è stata effettuata annotando il numero di mezzi (e le relative sostanze trasportate) in transito nelle diverse ore della giornata lungo le differenti arterie autostradali della Provincia. Alcuni dei dati riepilogativi medi, rilevati nell'autunno dell'anno 1995, sono riportati nelle Tabelle seguenti:

AUTOSTRADA A26

SOSTANZA TRASPORATA	N° 47 AUTOCISTERNE transitano mediamente nei giorni feriali in direzione Alessandria tra le ore 14 e le ore 16 : PERCENTUALI SUL TOTALE	SOSTANZA TRASPORATA	N° 47 AUTOCISTERNE transitano mediamente nei giorni feriali in direzione Alessandria tra le ore 14 e le ore 16 : PERCENTUALI SUL TOTALE
Gasolio – Benzina	≈ 44 %	Sostanze dannose solide NAS	≈ 2 %
Idrossido di sodio	≈ 8.5 %	Alcool isopropilico	≈ 1 %
Kerosene	≈ 5,3 %	Acetone	≈ 1 %
GPL	≈ 5.3 %	Diclorometano	≈ 1 %
Ossido di etilene	≈ 4.3 %	Zolfo fuso	≈ 1 %
Acido solforico	≈ 4.3 %	Ossigeno liquido	≈ 1 %
Asfalto – Bitume	≈ 3.2 %	Clorobenzene	≈ 1 %
Propano	≈ 3.2 %	Acido cromico	≈ 1 %
Ipoclorito di sodio	≈ 2 %	Diclorofosfato etile	≈ 1 %
Fenolo fuso	≈ 2 %	Acido acetico	≈ 1 %
Alcool etilico	≈ 2 %	Altro	≈ 2 %
Acetato di vinile	≈ 2 %	-	-

AUTOSTRADA A10

SOSTANZA TRASPORATA	N° 33 AUTOCISTERNE che transitano mediamente nei giorni feriali in direzione Genova tra le ore 14 e le ore 16: PERCENTUALI SUL TOTALE	SOSTANZA TRASPORATA	N° 33 AUTOCISTERNE che transitano mediamente nei giorni feriali in direzione Genova tra le ore 14 e le ore 16: PERCENTUALI SUL TOTALE
Gasolio – Benzina	≈ 43 %	Clorobenzene	≈ 0.75 %
Ossigeno liquido	≈ 6 %	Diclorofosfato di etile	≈ 0.75 %
Ossido di etilene	≈ 5.3 %	Acido acetico	≈ 0.75 %
Idrossido di sodio	≈ 3.8 %	Nafatalina	≈ 0.75 %
GPL	≈ 3 %	Anidride maleica	≈ 0.75 %
Propano	≈ 3 %	Acido formico	≈ 0.75 %
Acido solforico	≈ 3 %	Ossido di propilene	≈ 0.75 %
Acetato di vinile	≈ 2.3 %	Dietilammina	≈ 0.75 %
Acetone	≈ 2.3 %	Benzaldeide	≈ 0.75 %
Resine	≈ 2.3 %	Acetato di metile	≈ 0.75 %
Kerosene	≈ 2.3 %	Anidride propionica	≈ 0.75 %

Alcool metilico	≈ 1.5 %	Metil-tio-3-propanale	≈ 0,75 %
Xilene	≈ 1.5 %	Clorodifluorometano	≈ 0.75 %
Zolfo	≈ 1.5 %	Idrazina	≈ 0.75 %
Acetato di etile	≈ 1.5 %	Tricloroetano	≈ 0.75 %
Catrame – asfalto	≈ 1.5 %	Alcool isopropilico	≈ 0.75 %
Anidride carbonica	≈ 1.5 %	Metano	≈ 0.75 %
Alcool etilico	≈ 1.5 %	Altro	≈ 0.75 %

AUTOSTRADA A12	N° 26 AUTOCISTERNE transitano mediamente nei giorni feriali in direzione Genova tra le ore 14 e le ore 16
AUTOSTRADA A7	N° 24 AUTOCISTERNE transitano mediamente nei giorni feriali in direzione Milano tra le ore 14 e le ore 16

2.3. Movimentazione via mare: le quantità nel tempo

Per “movimentazione via mare” si intende la totalità delle sostanze pericolose movimentate all’interno del porto di Genova.

PRODOTTO	TONNELLATE	PRODOTTO	TONNELLATE
Petrolio greggio	20.008.000	Dodecilbenzene	2.980
Gasolio	2.706.000	Limpar	2.300
Benzina	1.111.190	Dibutilftalato (D.B.P.)	2.250
Virgin nafta	532.500	Pseudocumene	1.897
Ortoxilolo	139.386	V.A.M. (vinil acetato monomero)	1.600
Metanolo	112.100	Isoforone	1.120
Olio combustibile	82.280	Ortoclorotoluolo	1.084
Cicloesanone	67.103	Formurea	1.050
Cicloesanolo	34.460	Alfametilstirololo	860
Cumene	28.700	Paraffina	780
Acetone	27.150	Isobutilacetato	780
Petrolio	25.680	Etanolo	650
Plastificanti	18.180	Ragia minerale	609
Olio lubrificante	17.834	Metilisobutichetone	600
Glicole monoetilenico	11.117	Tricloroetano	494
Nonene	16.373	Linevol 79	493
Isobutanolo	11.849	Alchilbenzene	490
Ftalato di ottile (D.O.P.)	10.570	Diisolbutilftalato	440
JP-1	10.510	Butilacetato	370
Metiletilchetone	9.593	Diisododecilftalato	300
Toluolo	9.220	Butanolo	299
Soda caustica	9.127	M.I.B.K.	250
Metaxilolo	5.134	Glicole trietilenico	102
Glicole dietilenico	3.420	Maleato butile	87
ECA (additivi per lubrif.)	3.400	Ortodiclorobenzolo	81
Benzolo	3.300	Propilen metilglicole	24
Etilacetato	3.050	Acet. Propilen metilglicole	24

2.4. Movimentazione su rotaia: le quantità nel tempo

Durante il 1994 sono transitati lungo le linee ferroviarie della provincia di Genova n° 11.976 vagoni cisterna, per un totale di 417.045 tonnellate, ripartiti come segue:

PRODOTTO	TONN.	N° VAGONI -CISTERNE	PRODOTTO	TONN.	N° VAGONI CISTERNA
Olio combustib. Pesante	391.310	7.266 (cist.)	Idrocarburi	1.641	184 (cist.)
Carboni attivi	13.656	277 (cist.)	Gasolio	1.537	56 (cist.)
Ammoniaca	4.055	146 (cist.)	Prodotti-Residui chimici	1.416	38 (cist.)
Olio di catrame	3.548	68 (vag.)	Carburi	257	10 (cist.)
Fluoro/Cloro/Bromo	3.366	146 (cist.)	-	-	-

3. PIANIFICAZIONE DELL'INTERVENTO DI SOCCORSO TECNICO URGENTE DEL COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL FUOCO

I dati, aggiornati periodicamente, raccolti nella fase di valutazione del rischio presente sullo specifico territorio, costituiscono la base di partenza del lavoro di pianificazione operativa preventiva degli ipotetici interventi di soccorso di competenza dei Comandi Provinciali VVF.

Le predisposizioni operative devono riguardare essenzialmente i seguenti strumenti:

- Procedure operative standard (in ambito provinciale) ed eventuali pianificazioni specifiche per casi particolari preventivamente noti in dettaglio
- Formazione ed addestramento del personale operativo addetto agli interventi di soccorso in presenza di sostanze pericolose
- Predisposizione di idonei automezzi di soccorso provvisti delle attrezzature speciali necessarie; verifica della protezione individuale degli operatori
- Verifica in ambito regionale della idoneità della dislocazione dei veicoli predetti e predisposizione di schemi di intervento su base regionale con il coinvolgimento di tutti gli Enti e le Amministrazioni competenti nella materia.

3.1. "Procedure Operative Standard" di intervento

A parere degli scriventi dovrebbero essere predisposte per diversi casi "di base" e costituire le linee guida e le indicazioni di carattere più generale da adottarsi quando si interviene per soccorso in presenza di sostanze pericolose di vario tipo o natura.

Le seguenti P.O.S. sono ritenute quelle fondamentali che non dovrebbero mancare nel "MANUALE DELLE PROCEDURE OPERATIVE PER IL SERVIZIO DI SOCCORSO" che ogni Comando provinciale VVF è tenuto a predisporre:

- Centrale Operativa: gestione generale dell'intervento di soccorso in presenza di sostanze pericolose
- Squadre operative: modalità di intervento in presenza di sostanze pericolose
- Reparto Autorespiratori: operazioni di supporto negli interventi in presenza di sostanze pericolose e modalità di gestione delle relative attrezzature e dei relativi equipaggiamenti speciali
- Centrale operativa: interventi di soccorso coinvolgenti sostanze pericolose all'interno di gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m
- Centrale operativa: interventi di soccorso coinvolgenti sostanze pericolose all'interno di gallerie ferroviarie di lunghezza superiore a 500 m
- Centrale Operativa: interventi di soccorso coinvolgenti sostanze pericolose in ambito portuale o marittimo
- Centrale Operativa: interventi di soccorso coinvolgenti sostanze pericolose in ambito aeroportuale o aereo
- Centrale operativa: interventi di soccorso coinvolgenti sostanze radioattive
- Reparto Radiometristi: interventi di soccorso coinvolgenti sostanze radioattive.

3.2. Formazione ed addestramento degli operatori VF

La formazione di base, diretta a tutto il personale VF è realizzata a livello centrale nei corsi di formazione delle diverse qualifiche (Vigili, Capisquadra, Capireparto, Funzionari tecnici); nei Comandi provinciali tutte le nozioni e le tecniche oggetto della materia "Sostanze pericolose" devono essere richiamate tramite specifiche sessioni di addestramento professionale – da inserire nei programmi mensili – nel corso delle quali potrà farsi uso anche dei supporti didattici audiovisivi inerenti la materia recentemente distribuiti dal competente ispettorato del Servizio Tecnico Centrale del Ministero dell'interno.

E' ritenuta altresì necessaria una formazione specialistica di livello superiore nei confronti del personale che in occasione delle emergenze di cui trattasi assume compiti di direzione e coordinamento tecnico: Capisquadra, Responsabili Operazioni di Soccorso (R.O.S.) quali Capireparto o Funzionari tecnici, Responsabili ed addetti ai Laboratori e Reparti specialistici individuati come competenti a livello di Comando Provinciale. Per tutti questi ultimi potranno essere previsti specifici "Corsi di formazione (eventualmente a carattere regionale) per la gestione di interventi con coinvolgimento di sostanze pericolose", da tenersi a cura di docenti dell'amministrazione aventi particolari conoscenze ed esperienze al riguardo e di docenti esterni provenienti sia dall'ambito universitario sia da quello del mondo produttivo ed industriale dei settori chimico e petrolchimico. Un programma specifico per tale tipo di corsi dovrebbe prevedere almeno le seguenti materie:

- nozioni di chimica inorganica ed organica
- termodinamica dei gas compressi, liquefatti e criogenici
- il contenimento, la neutralizzazione, il travaso ed il recupero delle sostanze chimiche pericolose
- le caratteristiche costruttive dei principali tipi di autocisterne, ferrocisterne e container-cisterna
- procedure avanzate per la gestione di grandi emergenze connesse con l'emissione nell'ambiente di sostanze pericolose; organizzazione dei relativi Centri di Comando

- strumenti di misura, dispositivi di sicurezza, materiali ed attrezzature per l'intervento in presenza di sostanze pericolose
- decontaminazione di operatori, attrezzature ed automezzi a seguito di intervento in presenza di sostanze tossiche o corrosive
- i servizi di emergenza pubblici e privati di supporto negli interventi coinvolgenti sostanze pericolose
- emergenze di protezione civile connessi con grandi interventi coinvolgenti sostanze pericolose e relative procedure
- utilizzo di strumenti informatici per consultazioni, calcoli di conseguenze, valutazioni decisionali ecc... a supporto dei Responsabili delle operazioni di soccorso negli interventi in presenza di sostanze pericolose.

3.3. Predisposizione di specifici automezzi ed attrezzature di intervento

L'analisi di rischio a suo tempo condotta per il territorio della provincia di Genova aveva portato alla definizione delle attrezzature di intervento indispensabili nell'attrezzare l'automezzo VF di supporto per interventi in presenza di sostanze pericolose.

Premesso che la soluzione ottimale prevede la disponibilità di un autoveicolo d'intervento specificamente concepito ed allestito per questo tipo di servizio (quale esistente presso organizzazioni pompieristiche dei diversi continenti), occorre rilevare che anche l'allestimento artigianale di una autofurgone od un autocarro originariamente non concepito per impieghi specifici, può – a parere degli scriventi – costituire una soluzione ampiamente rispondente alle esigenze di un soccorso efficace nella stragrande maggioranza delle situazioni operative. A tale proposito si ritiene che mentre veicoli speciali debbano essere previsti a livello regionale (ad esempio dati in dotazione ai Comandi Provinciali dei capoluoghi di regione), veicoli allestiti con quanto appresso indicato potrebbero essere facilmente in dotazione di tutti i Comandi Provinciali VVF.

CARICAMENTO DELL'AUTOMEZZO VF DI PRIMO INTERVENTO PER EMERGENZE CHIMICHE			
ATTREZZATURE DI PROTEZIONE INDIVIDUALE DEGLI OPERATORI	STRUMENTAZIONE DI RILEVAMENTO. MISURA E CAMPIONAMENTO	ATTREZZATURE PER CONTENIMENTO E BONIFICA SPANDIMENTI	ATTREZZATURE E MATERIALI PER SIGILLATURA PERDITE
Autorespiratori ciclo aperto	Rilevat.atm.infiamm.esplos.	Balle di stracci e ovatta	Cuscini turafalle (pneum.)
Autorespiratori ciclo chiuso	Misurat.atm.inf.esplos.	Materiale granulare assorb.	Manicotti turafalle per tubi
Tute antiacido a scafandro	Misuratore tasso ossigeno	Sacchetti di sabbia	Cunei turafalle (pneum.)
Tute antiacido "usa e getta"	Misuratore tasso CO	Panne galleggianti di conten	Set cunei legno
Stivali antiacido	Misurat.% gas peric. a fiale	Panne gallegg. assorbenti	Set cunei piombo
Guanti antiacido	Misuratore radioattività	Assorbenti per acidi	Set cuscini pneumatici vari
Occhiali antiacido	Anemometro campale	Assorbenti per basi	Benda per gessature
Tute avvicinamento fuoco	Attrezz. prelievo campioni	Cuscini tubolari assorbenti	Cemento pronta presa
Tute attraversamento fuoco	Misuratore PH	Fogli neoprene per tombini	Set membrane e guarnizioni
Tuta stazionamento fuoco	ATTREZZ. x TRAVASO E RECUPERO	Sacchi nylon misure varie	Grasso duro per fughe gas
Maschere a filtro a facciale		ATTREZZ. x SPEGNIM., ABBATTIM. NUBI e INERTIZZAZIONE	Benda per fughe gas
Filtri per maschere(vari tipi)	Turbopompa x infiammabili		Stucco da carrozziere
Maschere a filtro semifacc.	Turbopompa x acidi	Bombole di CO2 e azoto	Lamine di piombo
Maschere a filtro per polveri	Elettropompa per GPL		ATTREZZI DA LAVORO E MATERIALE VARIO
Guanti antifiamma "kevlar"	Pompa a membrana x oli	Taniche liq.schium.filmante	Attrezzi "antiscintilla"
Pasta anticalore	Pompa a immers. x acidi	Taniche liq.schium.x alcool	Parafiamma per autoveicoli
Coperta antifiamma	"Clarinetto"	Lance idriche multiugelli	Stivali pvc "tuttacoscia"
Autorepiratori ad alta capac.	Set vasche pvc coperc.stagn.	Lance idriche "a schermo"	Stivali pvc "tuttacoscia"
SOSTANZE x NEUTRALIZZAZIONE E/O PROTEZIONE	Taniche acciaio inox	Disposit. x barriere idriche	Funi e pezzami di fune
	Secchi acciaio inox	Monitor antincendio mobile	Set fascette metalliche
	Contenit.stagno x bidone	APPARATI DI COMUNICAZIONE SEGNALAZIONE E ILLUMINAZIONE	Set fili di ferro
Bisolfato di sodio	Tubazioni x travaso		Set nastri teflon
Bicarbonato di sodio	Bidone aspiraliquidi		Set nastri adesivi telati
Carbonato di sodio	Pale e badili		Corde in rame, puntazze
Idrossido di calcio	Pale da prosciugamento	Radio ricetras.m.antideflagr.	Materiale vario cancelleria
Teloni in nylon	Imbuti in pvc	Megafono (antideflagr.)	Macchina fotogr.digitale
Ventilatori a turbina	Tubazioni in pvc con raccor.	Materiali per transennam.	Regolo VF sost. pericolose
Fosfato monoacido di ammonio	-	Cartelli segnaletici da compilare "in loco"	Manuali, schedari, raccolte sostanze pericolose
-	-	Nastro segnaletico	Rubrica indirizzi utili
-	-	Lampade portat.antideflagr.	-

3.4. Pianificazioni di carattere generale e su scala regionale

Si ritiene necessario che ogni Ispettorato Regionale promuova un'attività di analisi dei rischi da trasporto incidenti sul territorio di propria competenza i cui risultati vengano utilizzati per:

- individuare il numero e la dislocazione di squadre specialistiche VF di primo intervento, provviste di idoneo automezzo di soccorso e specificamente addestrate ed equipaggiate;
- indicare le caratteristiche della squadra specialistica, dell'automezzo di primo intervento e le dotazioni minime di squadra ed individuali;
- elaborare una "Procedura Operativa Standard" di livello regionale riferita all'ipotesi di grave sinistro coinvolgente sostanze pericolose;
- elaborare le "Linee Guida" regionali per l'elaborazione delle P.O.S. provinciali riferite al caso in esame;
- standardizzare – eventualmente inserendolo nelle predetta P.O.S. – l'impiego su base regionale degli eventuali Nuclei specialistici VF (elicotteri, aerosoccorritori, sommozzatori, ecc...) negli interventi di soccorso per sostanze pericolose;
- promuovere specifici corsi di formazione per i responsabili gli addetti alle squadre specialistiche anzidette.

A livello provinciale le esigenze che sono ritenute prioritarie in relazione alla problematica in argomento appaiono le seguenti:

- analisi dei rischi specifici presenti sul territorio provinciale;
- formazione specifica dei funzionari tecnici, dei R.O.S. e degli addetti alla "Centrale Operativa 115";
- costituzione di una dotazione di attrezzature, strumentazioni e dotazioni tecniche d'intervento idonea ad un primissimo efficace intervento a livello provinciale;
- predisposizione di P.O.S. che pianifichi, tra l'altro, l'intervento della squadra specialistica regionale (qualora dislocata presso un altro Comando Provinciale);
- predisposizione di un'adeguata struttura di comando e gestione (anche "in loco") dell'emergenza per gli aspetti di competenza dei Vigili del fuoco, in grado anche di costituire punto di riferimento immediato anche per tutti gli altri Enti ed Autorità coinvolte nelle operazioni di soccorso o aventi competenza nelle decisioni inerenti la protezione della popolazione.

4. DATI ED ESPERIENZE OPERATIVE DEI VIGILI DEL FUOCO IN LIGURIA

La tormentata tipologia delle principali arterie di comunicazione stradale, autostradale e ferroviaria e la presenza di tre porti commerciali e di due aeroporti di rilevanza nazionale fanno sì che il territorio ligure costituisca un banco di prova particolarmente significativo delle problematiche di sicurezza connesse al trasporto di merci pericolose in caso di sinistri che le coinvolgono.

Numerosi sono risultati negli anni recenti gli interventi di soccorso espletati dai Comandi Provinciali VVF della Liguria per sinistri che hanno interessato i vettori di merci pericolose. Fra questi gli interventi in ambito stradale, ed in particolare autostradale, risultano più frequenti quantitativamente. In tale ambito si registra il transito, segnalato ripetutamente, di sostanze pericolose in autocisterna non solo appartenenti alle classi più pericolose, ma anche singolarmente classificabili come estremamente pericolose in caso di incidente grave (si pensi, ad es. al caso dell'OSSIDO DI ETILENE): essendo il rischio associato a queste presenze estremamente elevato in termini di "magnitudo" delle possibili conseguenze, gli scriventi ritengono che problematica necessiti di essere affrontata con maggiore determinazione e decisione da parte delle Autorità competenti, non solo in fase di pianificazione delle possibili emergenze ma anche – e soprattutto – con l'adozione di provvedimenti preventivi atti a ridurre le occasioni del possibile verificarsi delle situazioni incidentali.

I dati statistici disponibili indicano in particolare un'elevata frequenza di incidenti per i trasporti stradali di oli combustibili, idrocarburi liquidi e GPL a mezzo di autocisterna, conseguenza dell'elevato numero di trasporti di questo tipo interessanti la rete viaria ligure.

Nel caso del GPL su 16 incidenti gravi (con ribaltamento dell'autocisterna) verificatisi dal 1984 ad oggi in soli due casi si è avuta fuoriuscita del prodotto, mentre in tutti i casi si è dovuto procedere al suo travaso.

Le esperienze operative dei Vigili del fuoco in Liguria evidenziano in particolare la criticità dei seguenti aspetti della problematica dell'intervento tecnico urgente:

- estrema difficoltà a realizzare l'intervento di recupero del prodotto pericoloso quando questo è in autocisterna e il sinistro avviene all'interno di una galleria di lunghezza superiore al centinaio di metri (si ricorda al riguardo che la rete viaria ligure presenta decine di gallerie autostradali e gallerie ferroviarie di lunghezza superiore a 500 m);
- tempi di intervento degli organi tecnici ordinariamente competenti spesso non compatibili con le necessità di sicurezza ed operative che le situazioni suggeriscono;
- frequente basso livello tecnico dell'intervento di Società che intervengono (su richiesta dei vettori) nel travaso e nel recupero di merci pericolose, sia dal punto di vista delle cognizioni sia da quello degli apprestamenti di sicurezza necessari alla realizzazione di interventi di recupero che non siano condotti soltanto con tempestività ma che siano svolti anche con le dovute garanzie di sicurezza;

- frequente impreparazione specifica in materia da parte degli altri Organi o Enti preposti alla sicurezza ed alla viabilità, specie in termini di una prima immediata stima della pericolosità di determinate sostanze e del contatto con dispersioni solide o liquide delle medesime;
- frequente difficoltà ad ottenere la tempestiva adozione – qualora necessaria – di provvedimenti di limitazione o blocco del traffico quando gli stessi non siano conseguenti a palesi impossibilità fisiche a transitare ma derivino da esigenze più ampie di tutela della pubblica incolumità, che nel momento del primo intervento sono demandate ai funzionari tecnici VF che intervengono sul luogo del sinistro;
- opportunità (o necessità) di garantire sul luogo del sinistro la costituzione di un Centro Operativo VF avanzato e la presenza di strutture logistiche adeguate in caso di interventi di soccorso di durata superiore a qualche ora;
- validità dell’opera di supporto tecnico specialistico che spesso è stata fornita sia da tecnici delle società responsabili della produzione (fabbricanti) dei prodotti pericolosi trasportati sia da tecnici di società costruttrici di automezzi (es. autocisterne) per il trasporto delle materie pericolose;
- frequente mancanza di strutture di pronto intervento facenti capo alle autorità competenti in materia di tutela della salute pubblica o tempi di mobilitazione delle medesime non compatibili con la natura degli interventi di emergenza.

5. SUGGERIMENTI E PROPOSTE

I suggerimenti delle esperienze operative vissute nella realtà ligure del soccorso tecnico urgente sono già stati riportati in precedenza per quanto attiene agli aspetti di preparazione preventiva e di pianificazione della struttura operativa dei Comandi Provinciali e degli Ispettorati Regionali dei Vigili del fuoco.

Per quanto concerne invece gli aspetti di carattere più generale appare necessario a parere di chi scrive che le Amministrazioni Comunali e Provinciali e le Prefetture approfondiscano - anche con analisi scientifiche quantitative - le fasi di “valutazione del rischio” connesso al trasporto di merci pericolose sui territori di rispettiva competenza ed adottino le misure preventive e di protezione che le analisi indicheranno come appropriate alla riduzione del rischio medesimo entro valori accettabili. Anche le pianificazioni dell’emergenza allo stato esistenti dovranno essere aggiornate ed adeguate a raggiungere l’obiettivo di disporre di efficaci preventive predisposizioni operative di soccorso; a tale riguardo fondamentale importanza potrà avere l’effettuazione di esercitazioni simulate “per posti di comando” (cioè non richiedenti dispendiose e spesso problematiche dislocazioni di uomini e mezzi sul territorio).

Si ritiene che le suddette attività (preventive e di emergenza) delle Autorità Amministrative inserite nel complesso sistema di Protezione Civile che può dover essere attivato in occasione di incidenti a trasporti di sostanze pericolose (o comunque di incidenti tecnologici) possano essere utilmente coordinate con il concorso fondamentale del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco prevedendo l’istituzione di Sale Operative integrate presso i Comandi Provinciali VF o presso sedi di altre Amministrazioni, previa stipula di specifiche convenzioni tra tutti i soggetti interessati.

Infine, si ritiene fondamentale una più completa opera di informazione sui rischi, da rivolgere a tutti i soggetti (specie a quelli pubblici) interessati agli interventi ed alle operazioni di emergenza: tale obiettivo può essere perseguito con l’effettuazione di specifici Corsi, che possono rientrare anche nell’ambito della formazione su tematiche di Protezione Civile.

5. BIBLIOGRAFIA

[1] Tesi di laurea dell’allievo FOSSI Marco - “*Emergenza in incidenti nel trasporto di sostanze pericolose: modalità di primo intervento dei Vigili del fuoco*” - Università degli Studi di Genova – Istituto di Scienze e Tecnologie dell’Ingegneria Chimica -5 Marzo 1996

[2] FANELLI Roberto, CARRARA Roberto – “*Guida al trasporto di sostanze pericolose: come prevenire e gestire le emergenze nel trasporto su strada*” - Fondazione Lombardia per l’Ambiente – ISPESL – Dicembre 1999