

**GLI INCIDENTI NEL TRASPORTO DI GAS LIQUEFATTI
L'ESPERIENZA DEL NUCLEO NBCR REGIONALE AVANZATO
DEL COMANDO PROVINCIALE VIGILI DEL FUOCO DI VENEZIA**

Cusin C., Causin L., Pilo F.

Comando Vigili del Fuoco Venezia, Strada della Motorizzazione Civile, 6, Venezia, 30123, Italia

SOMMARIO

Il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco per affrontare le emergenze e gli incidenti coinvolgenti sostanze pericolose si è dotato in questi ultimi anni di una nuova particolare organizzazione basata su nuclei specialistici NBCR. Detti Nuclei costituiti anche per affrontare la nuova minaccia del terrorismo non convenzionale intervengono normalmente negli incidenti nelle attività produttive e soprattutto negli incidenti collegati al trasporto di sostanze pericolose. La presente memoria illustra l'organizzazione generale NBCR del C.N.VV.F. e l'esperienza del Nucleo Regionale Avanzato NBCR di Venezia. S'illustreranno in particolare le tecniche ora utilizzate negli incidenti concernenti il trasporto di Gas Liquefatti e le nuove attrezzature.

1.0 INTRODUZIONE

Nel 2002, riorganizzando le precedenti attività ed esperienze, il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, per meglio contrastare i rischi derivanti dall'impiego dell'energia nucleare e dall'uso di sostanze biologiche, chimiche e radiologiche e per affrontare i rischi non convenzionali NBCR (Nucleare, inteso come sostanze fissionabili, Biologico, Chimico Radiologico) derivanti da eventuali atti criminosi, si è dotato di una particolare organizzazione che, prevedendo competenze diverse fra i vari operatori, dalle squadre base ai nuclei specialistici, ha comportato l'adozione di:

- nuovi percorsi formativi, addestrativi e di mantenimento;
- nuove attrezzature ed automezzi;
- nuove procedure operative e sistemi di gestione dell'emergenza. [1]

In particolare tutte le circa 500 Squadre Base dei Vigili del Fuoco montate su automezzi attrezzati, le AutoPompeSerbatoio (APS), che ogni anno compiono non meno di 700.000 interventi, assicurando la presenza con continuità e con capillarità, 24 ore su 24 ed in 20' sull'intero territorio nazionale, sono state istruite sui rischi NBCR, dotato d'attrezzature di primo contatto, soprattutto Dispositivi di Protezione Individuale, ed addestrato all'uso delle stesse (Livello 0).

I Capi Squadra (Livello 1) di dette squadre sono stati anche addestrati ad applicare le specifiche procedure operative NBCR.

In ogni capoluogo di provincia è stata quindi distribuita, sempre assicurando la necessaria formazione ed addestramento, altra attrezzatura ed automezzi. Con questa ulteriore attrezzatura, altri strumenti per primo rilevamento aggressivi, per la decontaminazione tecnica primaria, e altri Dispositivi di Protezione Individuale, sono stati costituiti i Nuclei Provinciali NBCR (Livello 2).

Nei capoluoghi di Regione sono stati invece costituiti degli appositi Nuclei specialistici denominati Nuclei Regionali NBCR (Livello 3) dotati di:

- ulteriori scorte di Dispositivi Individuali di Protezione;
- attrezzature per la decontaminazione tecnica primaria e secondaria;
- strumenti campali per il rilevamento d'aggressivi;
- attrezzature, quali pompe, compressori, tubazione, per recuperare sostanze e mettere in sicurezza

apparecchiature e contenitori;

- automezzi per il trasferimento.

Nei capoluoghi principali, Roma, Milano, Torino, Venezia, i nuclei, denominati Nuclei Regionali Avanzati NBCR, sono stati anche attrezzati con Laboratori Chimici, Biologici e Radiologici sia mobili che fissi dotati d'attrezzatura per l'identificazione degli aggressivi.

Tutti detti Nuclei NBCR costituiti, come già detto, anche per affrontare la nuova minaccia del terrorismo non convenzionale intervengono normalmente negli incidenti nelle attività produttive e soprattutto negli incidenti collegati al trasporto di sostanze pericolose.

Il primo Nucleo Regionale NBCR divenuto operativo nelle emergenze, soprattutto per il trasporto di merci pericolose, è stato il Nucleo del Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Venezia che in questi ultimi anni ha accumulato una notevole esperienza essendo intervenuto quasi sull'intero territorio nazionale. In media il Nucleo di Venezia effettua più di 50 interventi maggiori l'anno oltre ad altri numerosi interventi minori. La maggioranza di detti interventi riguarda il trasporto di Gas Liquefatti, soprattutto GPL ed in quantità minore d'ammoniaca anidra.

Le procedure utilizzate dapprima dal solo Nucleo NBCR di Venezia, ed ora utilizzate anche da altri Nuclei Regionali in quanto codificate in apposito manuale [2] ed insegnate in specifici corsi, prevedono:

- un sistema di comando e controllo dell'emergenza mutuato dall'Incident Command System della FEMA;
- una pianificazione dell'intervento con il metodo "8 passi" di derivazione dalle più diffuse procedure "HAZ-Mat";
- le procedure per l'effettuazione di operazioni tecniche per la messa in sicurezza dei vettori incidentati.

1.0 IL SISTEMA DI COMANDO E DI PIANIFICAZIONE ADOTTATO DAL C.N.VV.F..

La Direttiva Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile n° 1636 del 2 maggio 2006 [3] prevede per gli incidenti con sostanze pericolose, ed in generale per tutti gli incidenti con un grosso numero di persone coinvolte, un sistema di comando basato sulla distinzione fra le operazioni d'intervento sul luogo dell'incidente e l'assistenza e l'informazione alla popolazione.

Le operazioni d'intervento sul luogo dell'incidente, effettuate dai Vigili del Fuoco, dal Servizio Sanitario, dalle Forze dell'Ordine e dalla Polizia Locale, sono dirette da un Direttore Tecnico dei Soccorsi, che deve essere identificato nel Comandante Provinciale dei Vigili del Fuoco, o comunque nel responsabile delle squadre VV.F. presente sul luogo dell'incidente, che con i responsabili dei citati enti costituisce una Unità di Crisi Locale.

Le operazioni d'assistenza ed informazione alla popolazione, indicate nella direttiva come operazioni "a latere", sono dirette dal Sindaco competente per territorio che, qualora lo ritenga necessario, potrà richiedere il supporto dell'Amministrazione Provinciale, della Regione e dell'Ufficio Territoriale del Governo – Prefettura e costituire un Centro di Coordinamento composto dai rappresentanti delle Componenti e Strutture Operative del Servizio Nazionale di Protezione Civile che partecipano alla gestione dell'emergenza.

Per riunire l'Unità di Crisi Locale il Corpo Nazionale si è dotato di specifici automezzi attrezzati da adibire a Posto di Comando Avanzato ove il Direttore Tecnico dei Soccorsi (DTS) può dirigere le operazioni d'intervento in collaborazione con i responsabili dei Servizi Sanitari delle Forze dell'Ordine e della Polizia Locale ed essere in collegamento, grazie ai vari impianti di telecomunicazione presenti, con le rispettive Sale Operative e con i Centri di Coordinamento. (In figura 1 l'interno di un furgone attrezzato da Posto Comando Avanzato).

A supporto dell'attività di comando del Direttore Tecnico dei Soccorsi è prevista l'adozione di un sistema di comando e controllo dell'incidente, il "Metodo ICS", derivato dal "Incident Command System" della FEMA americana, che prevede che il Direttore Tecnico dei Soccorsi sia affiancato dai Responsabili delle seguenti

quattro funzioni [4]:

- pianificazione
- operazioni
- logistica
- finanza/amministrazione.



Figura 1. Interno furgone attrezzato da Posto Comando Avanzato

In Appendice A è riportato un esempio di applicazione dell'I.C.S. ad emergenze legate al trasporto di G.P.L.. riportato nel “Manuale LPG Transport Emergency”. [2]

In particolare, per l'attività di pianificazione, è prevista la stesura di un Piano d'Azione dell'Incidente (IAP) con il metodo di pianificazione “8 passi” che prevede una pianificazione tramite le otto seguenti tappe che aiutano a porsi le giuste e complete domande.

- Controllo e gestione del sito
- Identificazione del materiale coinvolto
- Analisi dei pericoli e del rischio
- Valutazione degli indumenti protettivi e delle attrezzature
- Coordinamento delle informazioni e delle risorse
- Controllo, confinamento e contenimento del prodotto
- Decontaminazione
- Chiusura dell'intervento

E' con questa attività di pianificazione che vengono stabilite, in base a vari scenari incidentali, le distanze per l'individuazione delle zone di sicurezza ed operative, i Dispositivi di Protezione Individuali da utilizzarsi e le procedure operativa per la messa in sicurezza del sito e la risoluzione dell'incidente.

Per le zone di sicurezza ed operative si utilizza l'usuale zonizzazione indicata [5]:

- Zona A “calda” o “rossa” : zona operativa di massima pericolosità, riservata esclusivamente a personale di contatto con protezione adeguata (può comprendere al proprio interno una zona totalmente inaccessibile, interdetta a chiunque)

- Zona B “tiepida” o “arancio” : zona operativa potenzialmente pericolosa, riservata a personale VF, sanitario e di supporto adeguatamente protetto (zona in cui inizia il corridoio di decontaminazione)
- Zona C “fredda” o “gialla” : zona operativa non pericolosa, destinata a personale VF, sanitario e di supporto con protezione ordinaria (zona in cui termina il corridoio di decontaminazione, zona di attesa di primo livello in cui le vittime vengono affidate all’assistenza del personale sanitario)
- Zona “esterna” o “bianca” : zona non pericolosa e non operativa, non soggetta a controllo e limitazione di accesso per il pubblico (in tale zona può essere opportuno, in certi casi, individuare un’area “verde” destinata alle Autorità, ai media ed all’attesa di secondo livello per le squadre di riserva, familiari, ...)

Per gli incidenti nel trasporto di GPL il Manuale [2] offre una indicazione di distanze di riferimento per la zona rossa per i diversi scenari incidentali.

2.0 LE PROCEDURE OPERATIVE PER GLI INCIDENTI NEL TRASPORTO DI GAS LIQUEFATTI

Per gli incidenti nel trasporto del GPL le operazioni tecniche di “controllo, sconfinamento e contenimento del prodotto”, da effettuarsi dopo il salvataggio e l’allontanamento di eventuali persone coinvolte e l’individuazione delle zone operative prevedono le seguenti singole operazioni:

- intercettazione della perdita ove possibile con intervento sulle valvole o con otturazione falle; ove non possibile con controllo perdita tramite le seguenti operazioni;
- in caso di sola perdita: diluizione dei vapori con getti d’acqua nebulizzata ed applicazione di ventilatori AD per disperdere il gas,;
- in caso d’incendio: raffreddamento del serbatoio con getti d’acqua,;
- trasferimento del prodotto in altro vettore tramite apposita operazione di travaso;
- svuotamento del vettore incidentato, degasamento e bonifica con acqua.

Messo in sicurezza il sito con l’eliminazione del prodotto pericoloso rimangono le altre normali attività quali il recupero del vettore ed il ripristino della viabilità.

Attualmente agli operatori VV.F. dei Nuclei NBCR Regionali, oltre al metodo di pianificazione, sono state fornite delle linee guida per gli incidenti coinvolgenti veicoli trasportanti GPL [2]. Queste linee guida indicano delle possibili modalità operative per le seguenti sette tipologie di eventi diversi.

Evento A	Rilascio di GPL in fase liquida senza innesco dalla valvola di fondo del serbatoio.
Evento B	Rilascio di GPL in fase liquida senza innesco dalla valvola sulla linea del liquido.
Evento C	Rilascio di GPL in fase liquida senza innesco dalla pompa del liquido.
Evento D	Rilascio di GPL in fase liquida con generazione di pool fire e jet fire.
Evento F	Combustione di cisterna con prodotto all’interno e generazione del BLEVE.
Evento G	Rilascio di GPL in fase liquida e gassosa.
Evento H	Rilascio di GPL senza innesco tappo sito nella dorsale superiore del veicolo-cisterna.

Per il “trasferimento del prodotto” vengono invece fornite dettagliate e complete procedure che disciplinano passo passo tutte le operazioni da compiersi e le attrezzature da utilizzarsi [2].

L’attrezzatura attualmente in dotazione ai Nuclei Regionali NBCR, in gran parte progettata dai componenti del Nucleo NBCR di Venezia, permette di eseguire il trasferimento del GPL dal vettore incidentato al vettore

di soccorso tramite pompe o compressori eseguendo un ciclo chiuso fra i due vettori.

Trasferita la fase liquida del GPL si procede con il degasamento del serbatoio generalmente bruciando i vapori residui di GPL, non recuperabili con il compressore, in torcia o, se ciò non possibile per la particolarità del sito, bonificando i serbatoi con azoto che essendo più leggero del GPL lo sposta verso il basso facendolo fuoriuscire dalle valvole. Infine si bonifica il serbatoio riempiendolo con acqua.

Uno schema di trasferimento del prodotto, riportato nel Manuale [2], in questo caso un trasferimento con pompa, è riportato in figura 2.

In appendice B e C sono invece riportate la disposizione degli operatori NBCR con i rispettivi compiti durante le operazioni di travaso e dei rimanenti operatori addetti alle operazioni di assistenza e protezione.

I particolari raccordi realizzati, e le procedure adottate, permettono il trasferimento del GPL anche in presenza di ribaltamenti del vettore. Generalmente in presenza di una rotazione del vettore incidentato risulta impossibile il prelievo diretto del GPL in fase liquida sito nella parte di serbatoio sottostante le valvole. Il prelievo deve quindi essere effettuato “spiazzando” il GPL verso l’alto con l’immissione di acqua nel serbatoio. L’acqua, essendo immiscibile con il GPL e più pesante lo fa galleggiare alzandolo fino al livello delle valvole permettendone così il prelievo.

Si realizza quindi lo schema di travaso riportato in figura 3.

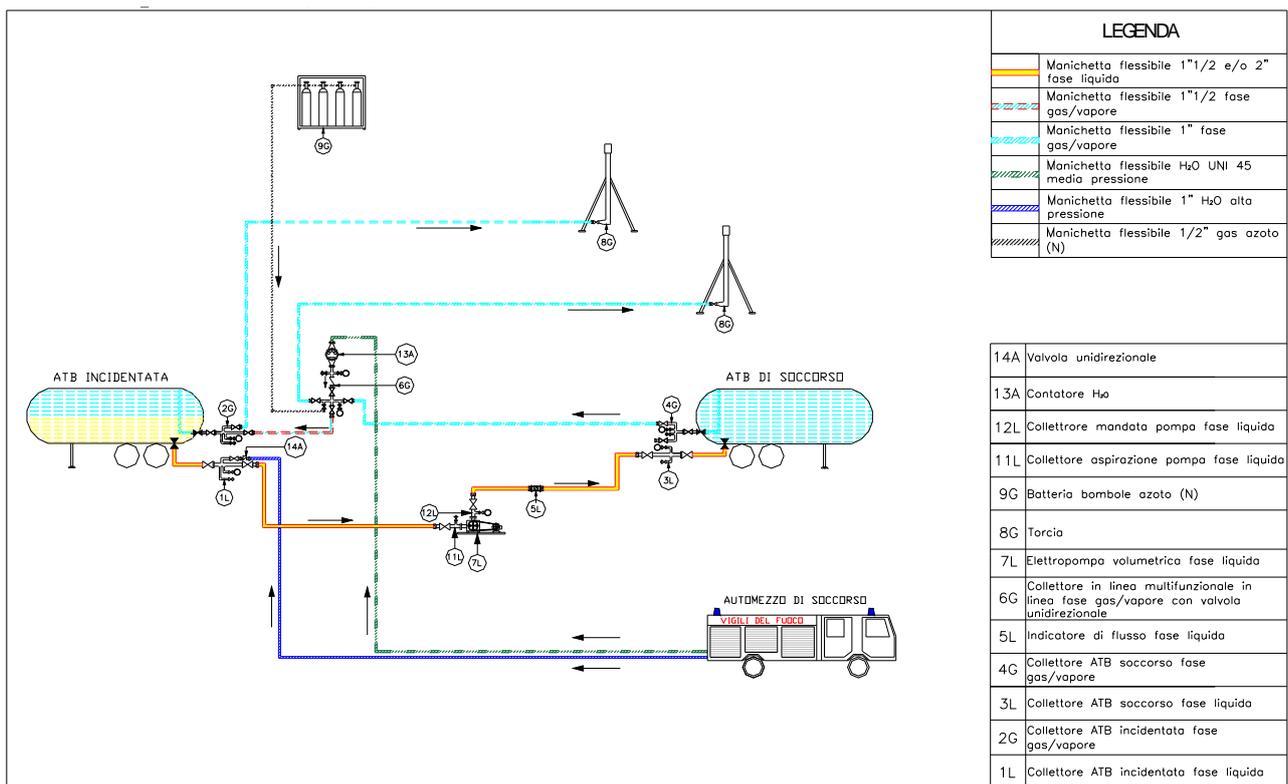


Figura 2. Schema trasferimento GPL con pompa [2]

In questo modo sono state elaborate le seguenti sei procedure dettagliate per il trasferimento del GPL a seconda della posizione del vettore incidentato e dell’utilizzo di pompe o compressori.

- SCENARIO AC: mezzo incidentato correttamente posizionato (impiego compressore).
- SCENARIO AP: mezzo incidentato correttamente posizionato (impiego pompa).
- SCENARIO BC mezzo incidentato posizionato sul FIANCO (impiego compressore).

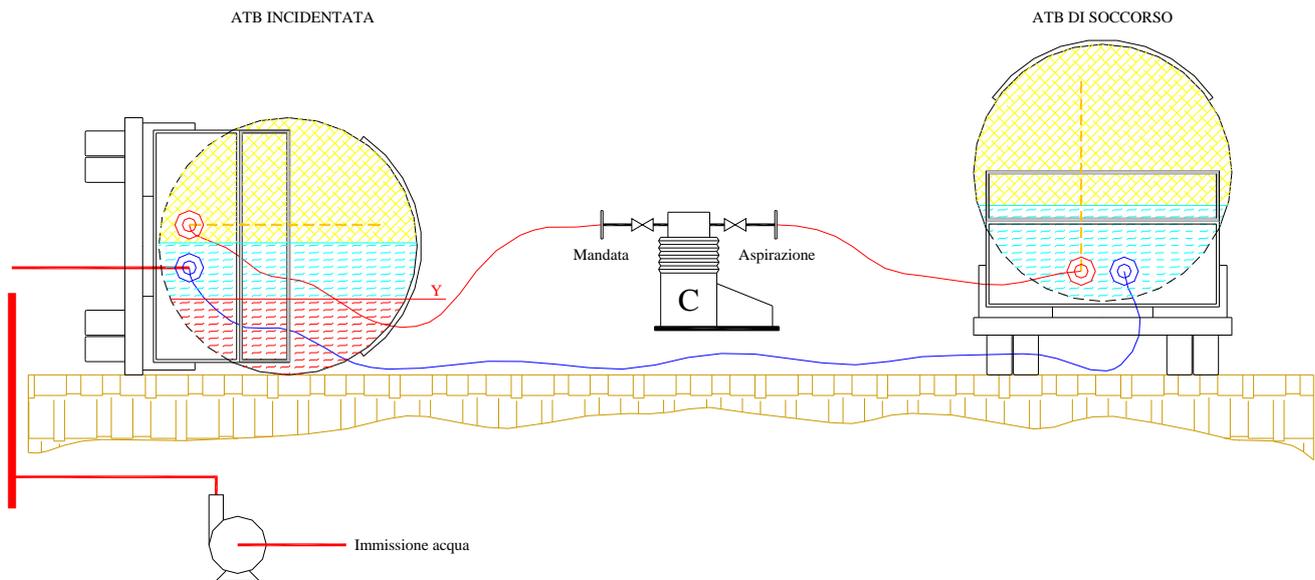


Figura 3. Schema trasferimento con piazzamento del GPL con acqua [2]

- SCENARIO BP mezzo incidentato posizionato sul FIANCO (impiego della pompa).
- SCENARIO CC mezzo incidentato completamente ribaltato (impiego compressore).
- SCENARIO CP mezzo incidentato completamente ribaltato (impiego della pompa).

3.0 ATTREZZATURA SPECIALE IN PRESENZA DI ROTTURE VALVOLE

Nelle autocisterne ogni apertura dal basso per il riempimento o lo svuotamento delle cisterne è equipaggiata con almeno 3 chiusure in serie, indipendenti l'una dall'altra. Quella più importante e particolare dal punto di vista tecnico-funzionale è la prima chiusura, identificata come "otturatore interno" oppure valvola di fondo o di radice del serbatoio. L'"otturatore interno", tramite l'azione di una leva di comando che ruota una camma per spingere in alto o basso un albero di comando collegato al cono di chiusura:

- permette l'apertura e chiusura del flusso nelle normali operazioni di carico e scarico;
- interrompe il flusso del prodotto qualora si determini una situazione di pericolo dovuta ad esempio alla rottura della tubazione (valvola di eccesso di flusso meccanica).

Questi otturatori sono inoltre sono progettate per rompersi, a seguito di urti, come ad esempio i frequenti tamponamenti, lungo una specifica sezione che lascia libero l'albero di comando dalla camma e quindi dalla leva di comando permettendo, tramite una molla, la chiusura automatica del foro tramite il cono. A valvola tranciata rimane però irrisolto il problema del successivo svuotamento del serbatoio e la conseguente messa in sicurezza del serbatoio. (Vedi Figura 4).

Per risolvere questo problema è stato realizzato un speciale raccordo, progettato e realizzato dal personale del Nucleo NBCR di Venezia, in grado di collegarsi con la flangia di collegamento cisterna – otturatore interno ed al contempo di aprirne il cono di chiusura agendo sull'albero di comando.

Nell'impossibilità di smontare l'otturatore interno, per collegarsi alla sua flangia si è pensato di utilizzare degli speciali prigionieri d'avvitare, uno alla volta, alle viti della flangia. Ai prigionieri tramite dadi maggiorati viene collegato il speciale raccordo. Per garantire la tenuta del collegamento è previsto il fissaggio di un anello esterno in cui iniettare teflon liquido.

Lo schema di funzionamento del raccordo è riportato in figura 5 ed una sua foto in figura 6.



Fig. 4: Otturatore interno fase liquida di un autotreno tranciato a seguito tamponamento (notare le gocce di prodotto in fase liquida che trafilano)

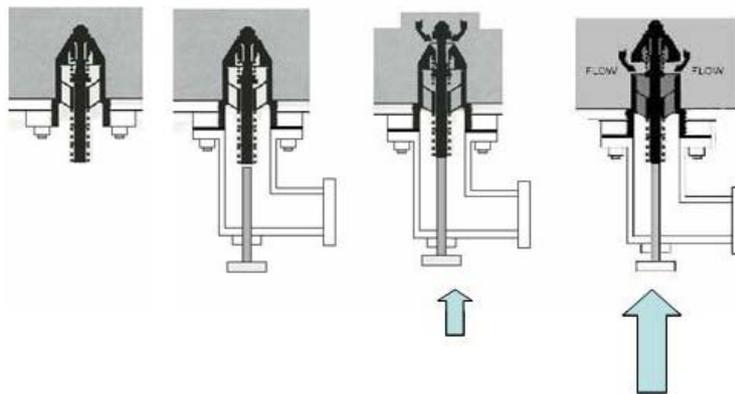


Figura 5. Schema di funzionamento dello speciale raccordo ad utilizzarsi in caso di rottura dell'otturatore interno.



Figura 6. Speciale raccordo ad utilizzarsi in caso di rottura dell'otturatore interno con anello esterno di sigillatura con teflon liquido

Al speciale raccordo, che termina con una flangia D50, vengono collegati i normali raccordi per i travasi. In questo caso, collegandosi solo alla fase liquida non è possibile realizzare il ritorno della fase gas per riequilibrare le pressioni ma bisogna agire alternando fasi di prelievo del liquido con pompa a fasi di reintroduzione di vapore con compressore. In questo modo il liquido nella cisterna incidentata non è soggetto a forte evaporazione con conseguente forte calo della temperatura e della pressione anche oltre ai limiti di progetto del serbatoio stesso o delle attrezzature di travaso.

4.0 SPERIMENTAZIONI PER GLI INCIDENTI NEI TRASPORTI DI AMMONIACA ANIDRA

Queste attrezzature e procedure possono essere utilizzate anche in caso d'incidenti con vettori trasportanti ammoniaca anidra. L'ammoniaca anidra viene infatti trasportata come gas liquefatto in cisterne simili a quelle utilizzate per il trasporto di GPL. Le condizioni di pressione, alla temperatura ordinaria di 10°C, non sono infatti molto differenti essendo pari a circa 6 bar sia per l'ammoniaca che per il propano.

Le operazioni di travaso del liquido per veicoli non posizionati sul fianco sono uguali a quelle utilizzate per il GPL. Cambiano invece le procedure di degasamento in quanto la combustione dell'ammoniaca in torce d'emergenza, come quelle in dotazione ai Nuclei NBCR, è estremamente difficoltosa con produzione di NO_x. Per l'utilizzo di torce sarebbe necessario bruciare una miscela di ammoniaca e metano o GPL estremamente difficile da realizzarsi in emergenza durante un intervento di soccorso.

Attualmente si è avviato a ciò degasando i vapori d'ammoniaca facendoli gorgogliare in un contenitore d'acqua, e quindi facendoli assorbire, recuperando l'acqua ed avviandola a smaltimento. E' allo studio la progettazione di una colonna d'abbattimento in grado di essere trasportata dai mezzi del Nucleo ed assemblate velocemente in sito. Con la colonna, opportunamente strumentata, si potrà anche monitorare la concentrazione dell'ammoniaca in acqua.

La bonifica del serbatoio incidentato potrà sempre essere fatta con acqua ma solo dopo una accurata verifica dell'assenza di liquido sottoraffreddato o di pressione all'interno. L'immissione di acqua, assorbendo l'ammoniaca, provocherà una depressione per cui l'operazione deve essere effettuata molto lentamente lasciando entrare aria, o meglio, azoto nel serbatoio.

Per i veicoli posizionati sul fianco è in atto una sperimentazione sul liquido di spiazzamento da utilizzarsi che deve avere le seguenti caratteristiche:

- non reagire ed essere immiscibile con l'ammoniaca;
- avere una densità maggiore;
- essere di facile reperibilità in emergenza;
- non avere caratteristiche di pericolosità tali da presentare ulteriori pericoli maggiori.

Per effettuare questa sperimentazione è stata realizzata una specula in vetro strumentata per eseguire le varie prove.

Se le operazioni di trasferimento dell'ammoniaca non differiscono di molto dalle operazioni sul GPL è l'intero scenario incidentale a variare per le caratteristiche di tossicità e pericolosità ambientale dell'ammoniaca assenti invece nel GPL.

Le procedure specifiche dovranno provvedere:

- zone operative più ampie in quanto la soglia significativa del GPL è rappresentata dal Limite Inferiore di Infiammabilità che è pari a circa il 2% mentre per l'ammoniaca una soglia significativa è l'IDLH pari 300ppm e la soglia olfattiva a circa 6ppm;
- la protezione da utilizzarsi, oltre all'usuale protezione da incendio, essendo l'ammoniaca anche infiammabile, va ad integrarsi con la protezione delle vie respiratorie;
- i getti e le barriere d'acqua, che nel GPL hanno solo la funzione di diluizione con l'ammoniaca risultano molto più efficaci avendo anche la funzione di assorbimento; un'attenzione va posta nel contenimento dell'acqua utilizzata.

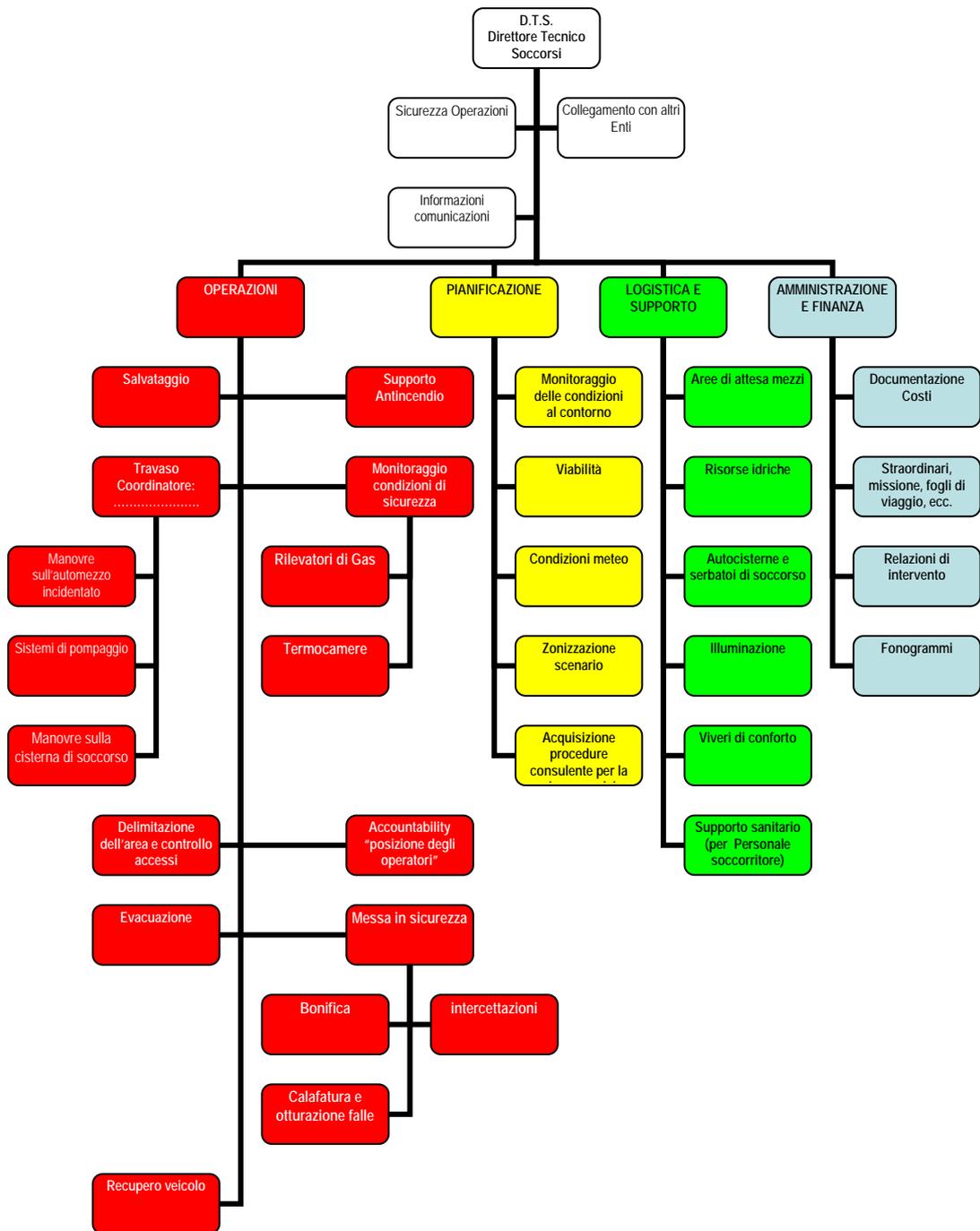
RICONOSCIMENTI

Si ringrazia tutto il personale del Nucleo Regionale Avanzato NBCR di Venezia per la grande professionalità e disponibilità sempre dimostrata ed anche per la volontà di migliorarsi continuamente non accontentandosi mai dei risultati raggiunti.

RIFERIMENTI

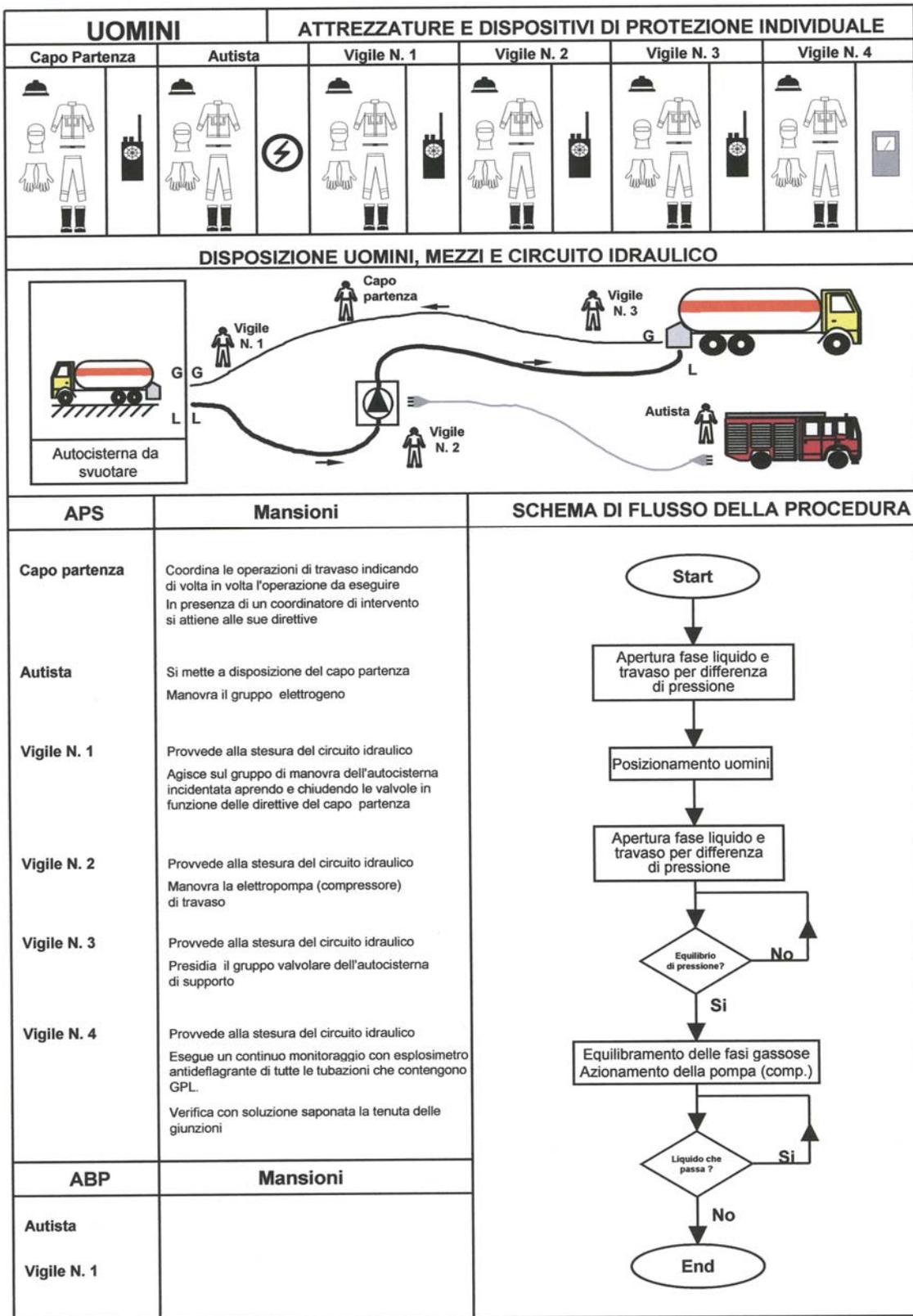
- [1] Ministero dell'Interno - Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, "Scenari d'intervento tradizionali e non convenzionali. Organizzazione della risposta del C.N.VV.F. alle emergenze di tipo chimico, biologico, nucleare e radiologico". Circolare del n° 6 del 22 maggio 2002.
- [2] Ministero dell'Interno - Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile direzione Per l'Emergenza ed il Soccorso Tecnico, "Manuale LPG Transport Emergency" – Versione 0.4 – Agosto 2007
- [3] Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile "Indicazioni per il Coordinamento Operativo per emergenze dovute a: 1. Incidenti ferroviari con convogli passeggeri – Esplosioni o crolli di strutture con coinvolgimento di persone – Incidenti stradali che coinvolgono un gran numero di persone 2. Incidenti in mare che coinvolgono un gran numero di persone 3. Incidenti aerei 4. Incidenti con presenza di sostanze pericolose ai sensi dell'art. 5, comma 5, del decreto legge 7 settembre 2001, n. 343, convertito con modificazioni dalla legge 9 novembre 2001, n. 401, e in attuazione della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri emanata il 6 aprile 2006 e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 87 del 13 aprile 2006", Direttiva n° 1636 del 2 maggio 2006.
- [4] Ministero dell'Interno Dipartimento dei Vigili del Fuoco Direzione Centrale per l'Emergenza Area Controllo del Rischio Biologico e Chimico "Sistema di comando e controllo per la gestione integrata delle emergenze a carico del Copro Nazionale dei Vigili del Fuoco – adozione del modello "Incident Command System" (ICS). Piani d'emergenza discendenti VF per scenari a seguito di atti deliberati con uso di sostanze convenzionali e non", prot. n° 6294/24205-EM del 29 Luglio 2005
- [5] Ministero dell'Interno Dipartimento dei Vigili del Fuoco Direzione Centrale per l'Emergenza "Integrazione della Circolare n°6 EM 2052/24205 del 22/05/02" prot. n° EM 4679/24205 del 2 ottobre 2002.

APPENDICE A



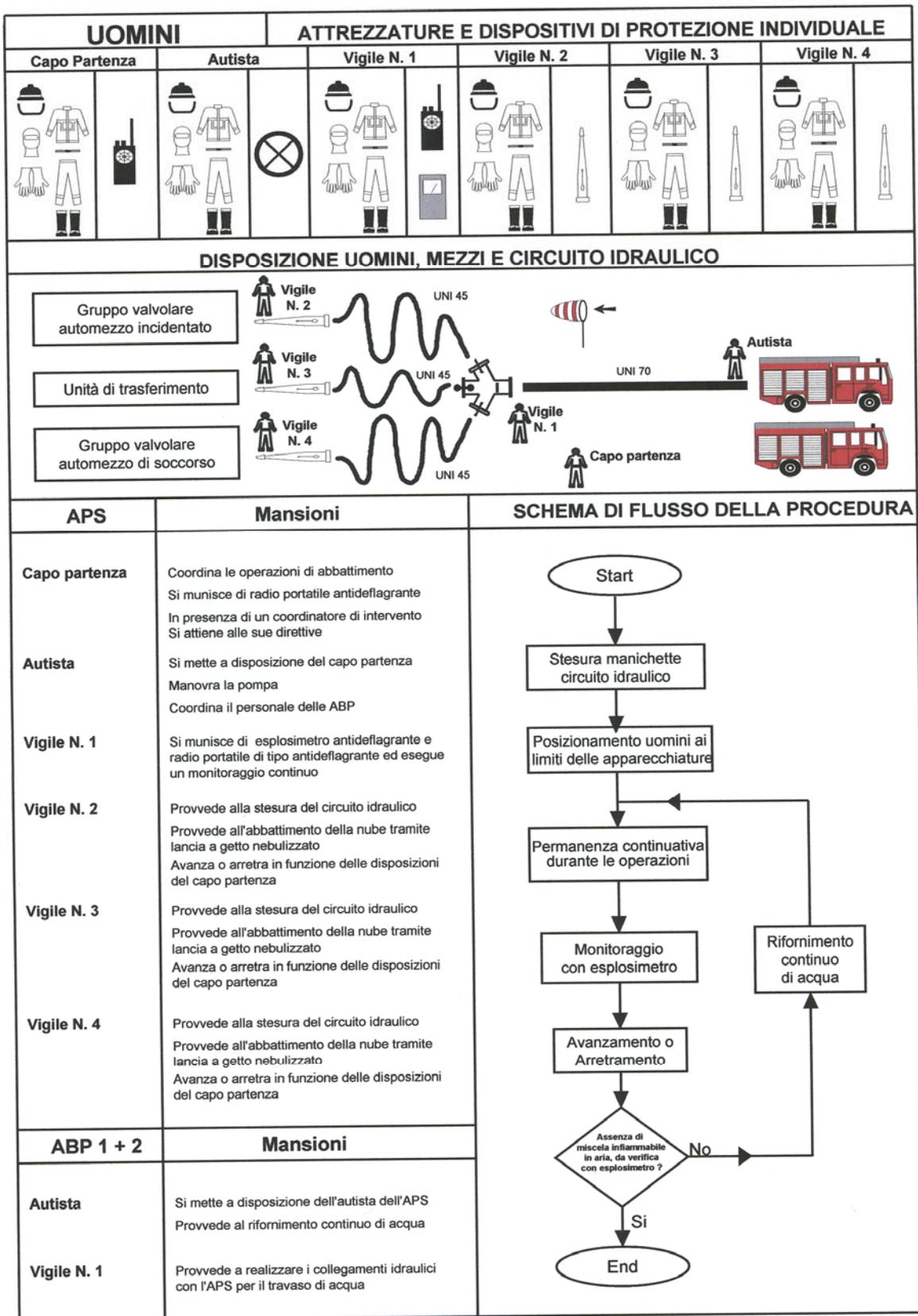
ESEMPIO DI APPLICAZIONE DELL'I.C.S. (Incident Command System)
 AD EMERGENZE LEGATE AL TRASPORTO DI G.P.L. (Gas di Petrolio Liquefatto)

APPENDICE B



POSIZIONAMENTO OPERATORI SPECIALISTI PER OPERAZIONI TRASFERIMENTO GPL

APPENDICE C



POSIZIONAMENTO OPERATORI PER ASSISTENZA E PROTEZIONE DELLE OPERAZIONI TRASFERIMENTO GPL