



«Scienza e Tecnica della Prevenzione Incendi»

A.A. 2014 - 2015

Depositi di gpl



Docente : ing. Maria Vincenza Saccone

mariavincenza.saccone@vigilfuoco.it

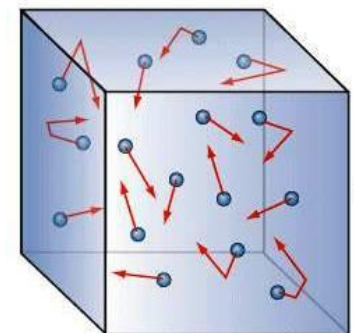
i gas si espandono (fenomeno della diffusione) con grande facilità: infatti i gas posseggono grande libertà di movimento, elevata energia cinetica delle particelle e legami intermolecolari inesistenti o quasi;

- **i gas sono facilmente comprimibili:** infatti tra le particelle di un gas esistono ampi spazi vuoti che si riducono man mano che il gas viene compresso;

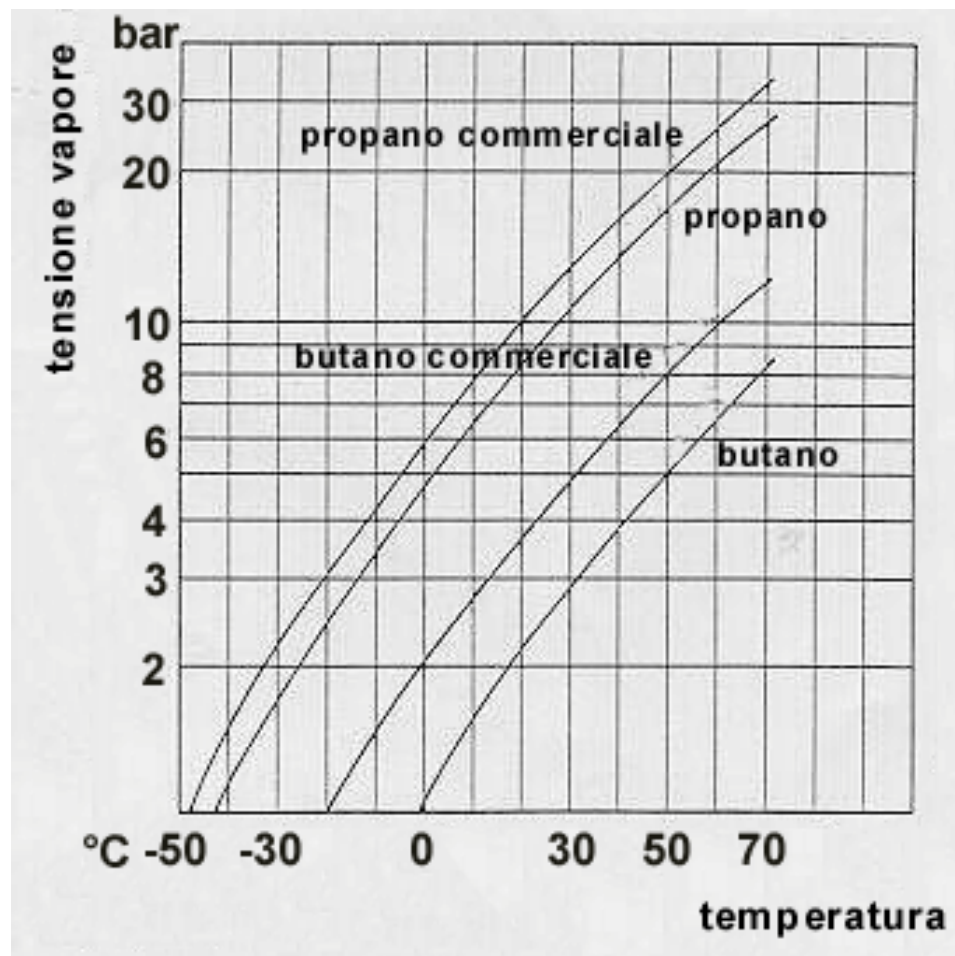
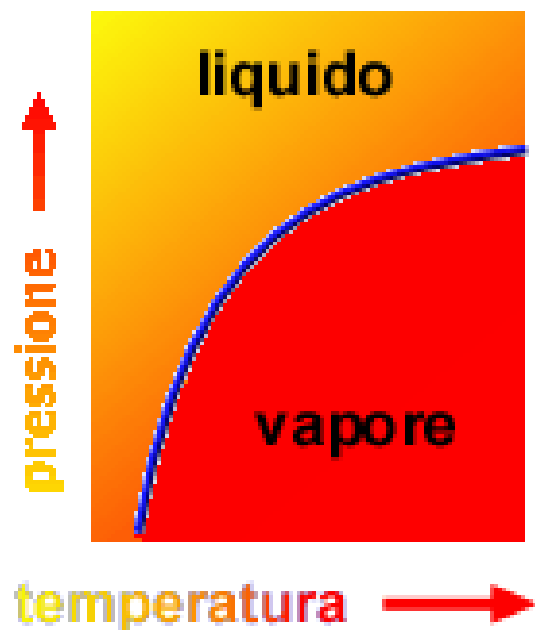
- **i gas a temperatura e pressione ambiente hanno tutti bassa densità.**

Per descrivere lo stato di un gas, bisogna definire tre grandezze fisiche che lo caratterizzano: **volume, pressione e temperatura**. Queste tre grandezze sono chiamate variabili di stato.

- **La teoria cinetica dei gas è un modello che è possibile applicare ai gas ideali.** In base a questo modello, i gas possono essere immaginati come dei sistemi formati da un enorme numero di particelle che, nel loro movimento caotico, urtano tra loro e urtano le pareti del recipiente che lo contiene, come palline di gomma che rimbalzano su una parete. A causa degli urti esse cambiano continuamente velocità e direzione.
- **Moto caotico di un gas**
- **Un modello ideato dall'uomo per studiare il comportamento dei gas è il gas ideale. Secondo questo modello i gas rispondono a leggi scoperte empiricamente tra il 1660 ed il 1803.**



Diagrammi di stato = diagrammi (T, P) in cui in ogni punto viene specificato lo stato di aggregazione della sostanza



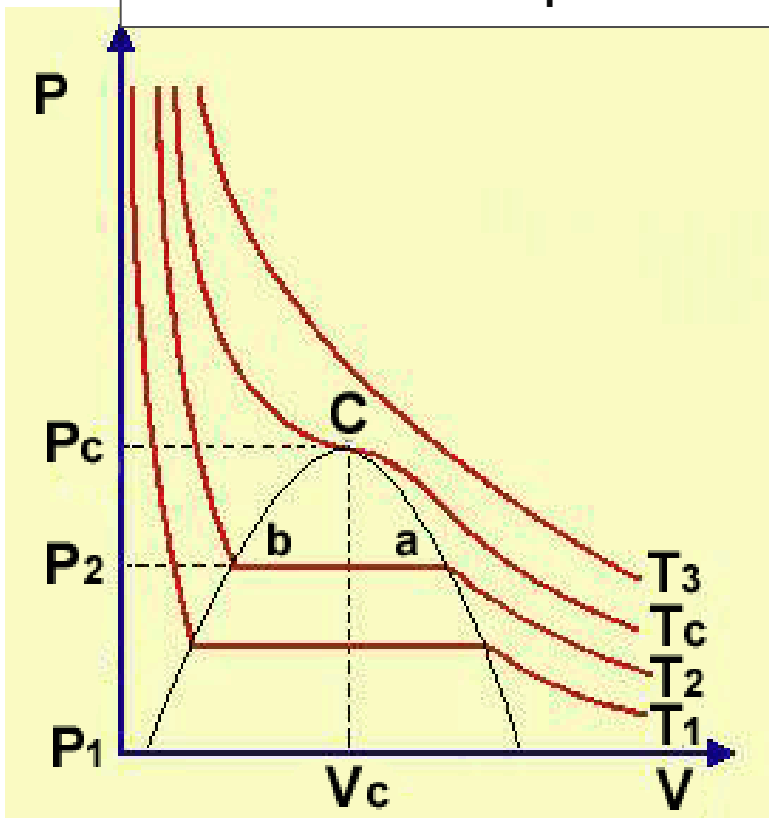
Un gas reale (mantenuto a temperatura costante) stoccato in un recipiente a volume variabile può essere liquefatto per compressione solo al di sotto di una data temperatura ($T_{critica}$).

Se $T = \text{costante}$ e $T > T_c$ aumentando P si riduce V del gas seguendo approssimativamente la legge di Boyle.

$$PV = \text{costante}$$

Abbassando T la curva risultante si allontana sempre più dalla regolarità di un'iperbole fino a raggiungere T_c

Se $T < T_c$ vi è un'ampia zona in cui coesistono liquido e vapore.



Sostanza	T critica	Pressione critica (bar)
propano	97	42
butano	15	38
GPL	136	39

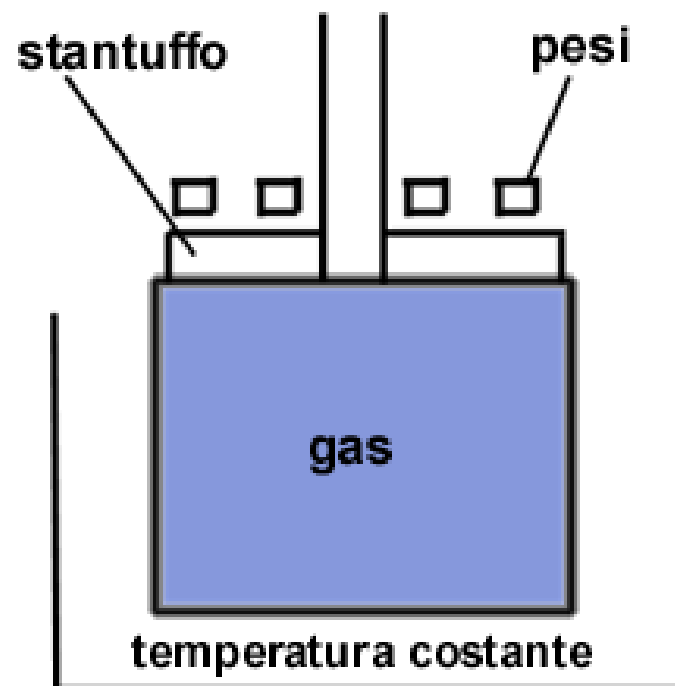
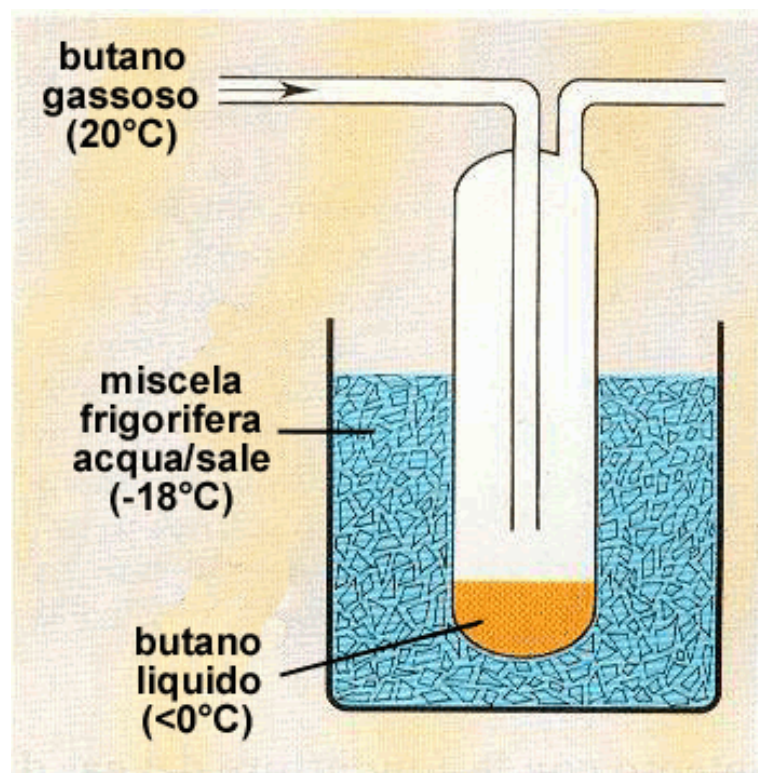


I gas: caratteristiche fisiche

- **Temperatura Critica:** per ciascun aeriforme esiste una particolare temperatura *al di sopra della quale non è più possibile la liquefazione* dell'aeriforme stesso.
- **Pressione Critica:** è la *pressione* che bisogna esercitare sull'aeriforme, *alla temperatura critica*, per ottenerne la liquefazione.

A pressione atmosferica è abbastanza semplice liquefare il butano: basta abbassarne la temperatura ad un valore inferiore a quella di ebollizione ($-0,5^{\circ}\text{C}$) (*liquefazione per refrigerazione*)

Un metodo alternativo per raggiungere lo stesso scopo consiste nel sottoporre il gas, a temperatura ambiente, a pressioni crescenti.





I gas: caratteristiche fisiche

- **Gas compressi (t. critica $< -10^{\circ}$ C)**
 - Ossigeno, azoto, argon, idrogeno, elio, metano, ...
- **Gas liquefatti (t. critica $\geq -10^{\circ}$ C)**
 - Anidride carbonica, propano, ammoniaca anidra, ...
- **Gas disciolti sotto pressione (gas trasportati in idoneo solvente)**
 - Acetilene, ...
- **Gas criogenici liquefatti**
 - Ossigeno, azoto, argon, idrogeno, elio, LGN...



Gas leggeri e pesanti



Sostanza	γ (kg/m³) a T=0° C e P=Patm (101.325 Pa)
Isobutano	2,67
Propano	2,0
Metano	0,72
Aria	1,27



IL gas di petrolio liquefatto

- Propano e butano vengono utilizzati come miscela e vengono denominati con l'acronimo GPL (gas di petrolio liquefatto).
- Il GPL è composto per circa il 30% da propano commerciale e per il 70% da butano commerciale.
- I diversi produttori utilizzano percentuali di propano e butano commerciale leggermente diverse fra loro.



Miscela commerciali

- **Miscela A** (Butano commerciale): tensione di vapore a 70°C non superiore a 10,79 bar e densità a 50°C non inferiore a 0,525;
- **Miscela A0**: tensione di vapore a 70°C non superiore a 15,69 bar e densità a 50°C non inferiore a 0,495;
- **Miscela A1**: tensione di vapore a 70°C non superiore a 20,6 bar e densità a 50°C non inferiore a 0,485;
- **Miscela B**: tensione di vapore a 70°C non superiore a 25,5 bar e densità a 50°C non inferiore a 0,450;
- **Miscela C** (Propano commerciale): tensione di vapore a 70°C non superiore a 30,4 bar e densità a 50°C non inferiore a 0,440.



Normativa

■ D.M. 13.10.94

“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l’installazione e l’esercizio dei depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 mc. e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5000kg.”

■ D.M. 14 Maggio 2004

“ Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacita' complessiva non superiore a 13 m3.



I criteri su cui si fondano le regole tecniche di prevenzione incendi vigenti (DM 13.10.1994) traggono i loro principi ispiratori da pubblicazioni Eni risalenti agli anni '80 (Quaderni di sicurezza ed affidabilità nell'ambiente di lavoro: "Documento 13 – Sicurezza negli stoccaggi di GPL" e "Documento 27 – Sicurezza delle Rampe di travaso GPL")



- Un rilascio di GPL liquido da luogo allo sviluppo di una grande quantità di gas (il rapporto dei volumi fra il GPL gassoso e quello liquido è di circa 260)
- Il GPL gassoso è più pesante dell'aria e tende a portarsi a livello del suolo ed a raccogliersi nelle aree più basse.
- Se il rilascio di GPL liquido è significativo il gas che si sviluppa forma una nube visibile per effetto della condensazione della umidità atmosferica.
- Un innesco della nube può dar luogo all'esplosione della nube (UVCE) o ad un incendio istantaneo della nube (flash-fire)
- l'evento può evolvere verso l'incendio del liquido fuoriuscito (pool fire) o che ancora fuoriesce dal punto di rilascio (jet fire).

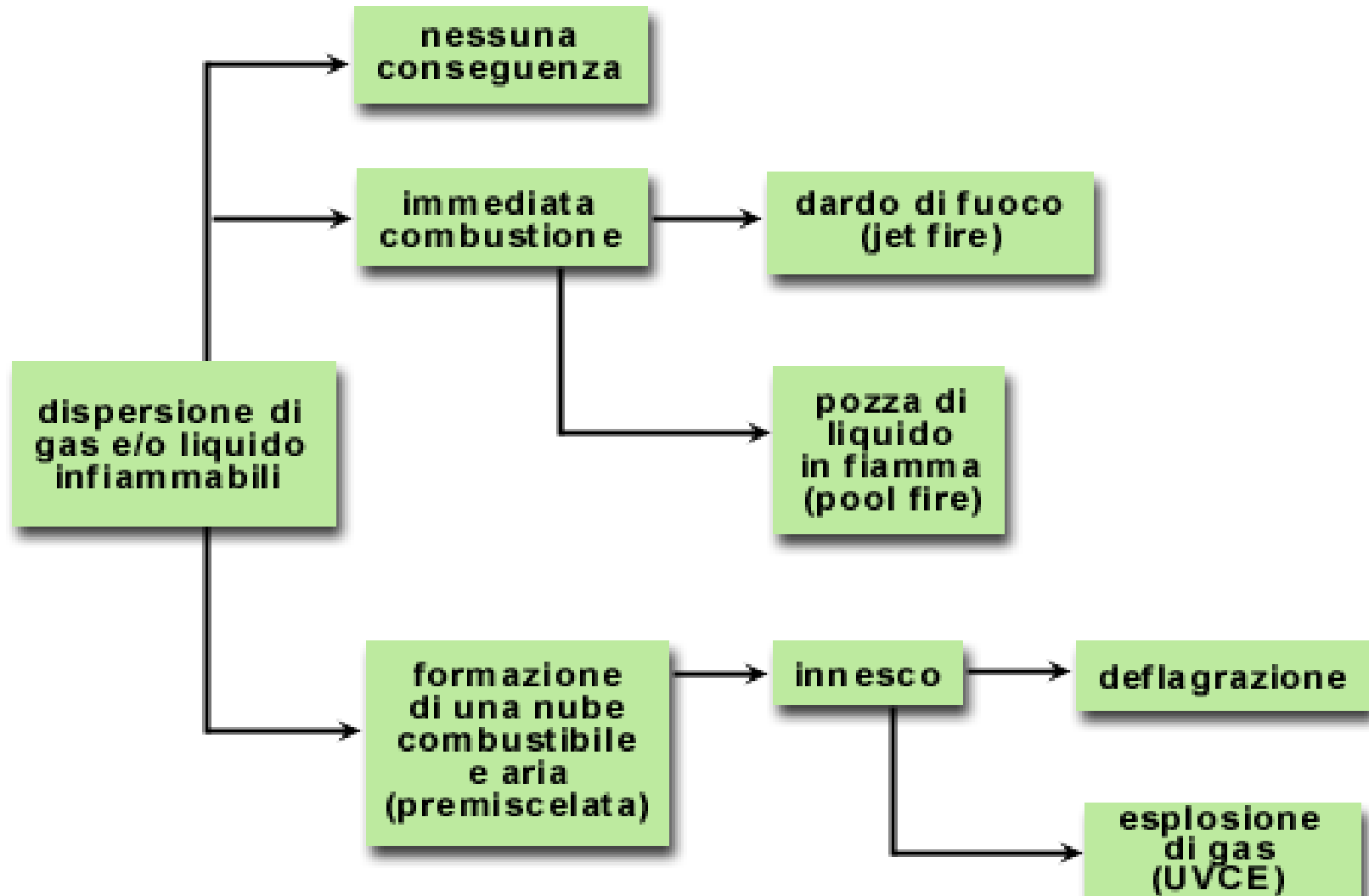


- Se un serbatoio contenente GPL è investito dal fuoco il gas liquefatto si riscalda con incremento della pressione all'interno del serbatoio
- Nella zona del serbatoio sotto il livello del liquido l'apporto di calore fa evaporare il gas liquefatto, la parete si mantiene relativamente fredda.
- La parete della zona del serbatoio al di sopra del livello del liquido non è raffreddata internamente dalla evaporazione del gas liquefatto
- Occorre pertanto proteggerla al fine di evitare il surriscaldamento del mantello del serbatoio e prevenirne il collasso conseguente all'abbattimento delle caratteristiche meccaniche del materiale



- Se la quantità di liquido contenuta nel serbatoio è relativamente poca allora il collasso del materiale per surriscaldamento può avvenire addirittura prima che la valvola di sicurezza entri in funzione.
- Oltre alla installazione di adeguati mezzi di raffreddamento del serbatoio e/o alla adozione di soluzioni costruttive tesi a evitare l'esposizione del serbatoio a fiamme dirette ovvero alla sua protezione con rivestimenti resistenti al fuoco, occorre adottare soluzioni impiantistiche e tecnologiche tese a ridurre la probabilità di rilasci di prodotto in fase liquida che, anche se di limitata entità, sono fonte di gravi situazioni di rischio.

Es: Albero eventi





Rilascio GPL liquido da ATB durante operazioni travaso (Porcari – Lucca, 1995)





Rilascio GPL liquido da ATB durante operazioni travaso (Porcari – Lucca, 1995)

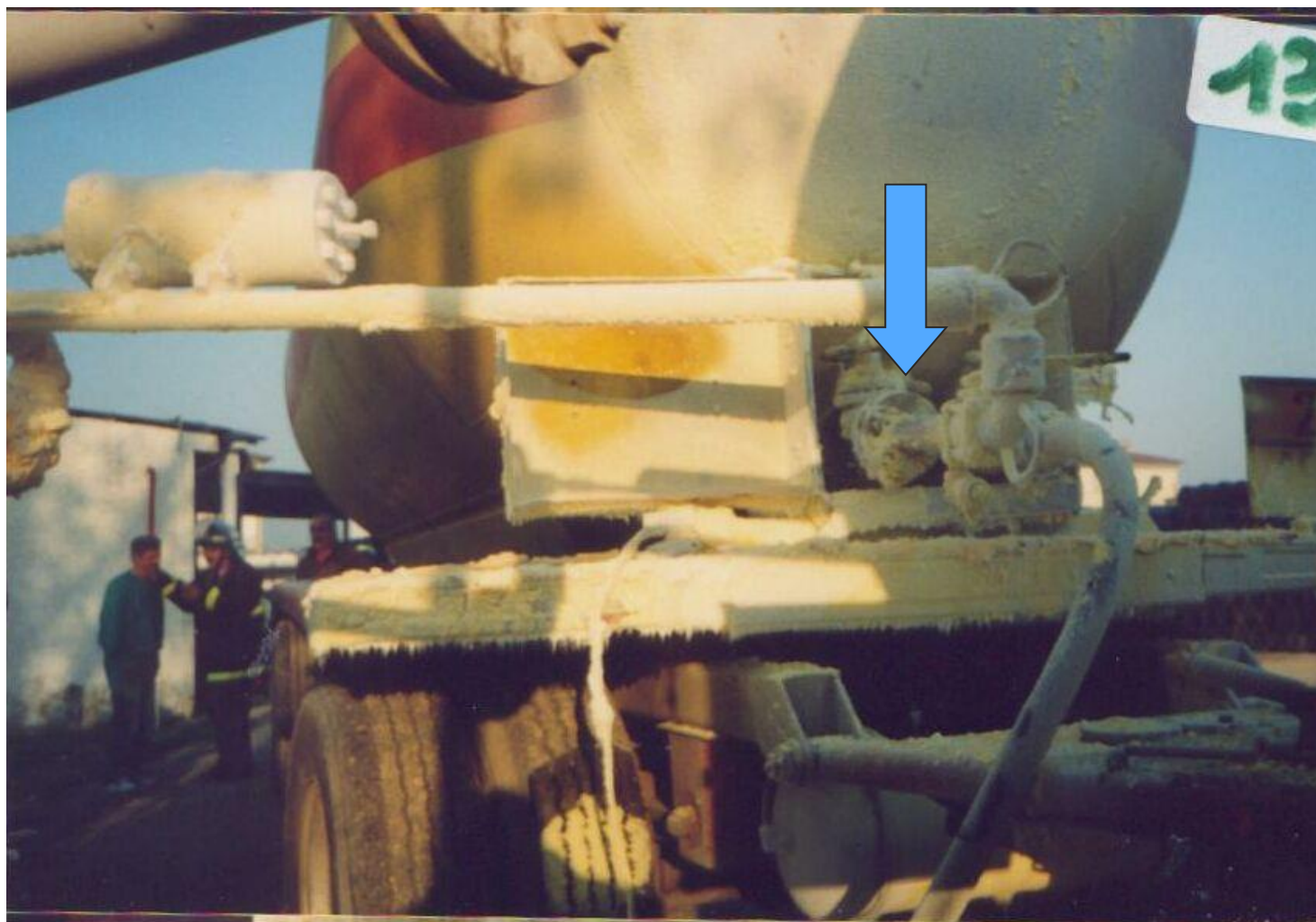


Rilascio GPL liquido da ATB durante operazioni travaso (Porcari – Lucca, 1995)





Rilascio GPL liquido da ATB durante operazioni travaso
(Porcari – Lucca, 1995) **$Q_r = 11,2$ ton**



INCENDI

A.A. 2013 - 2014



Rilascio GPL liquido da ATB durante operazioni travaso
(Porcari – Lucca, 1995)



Il gpl è trasportato lungo strada con grandi autocisterne o per ferrovia con ferrocisterne



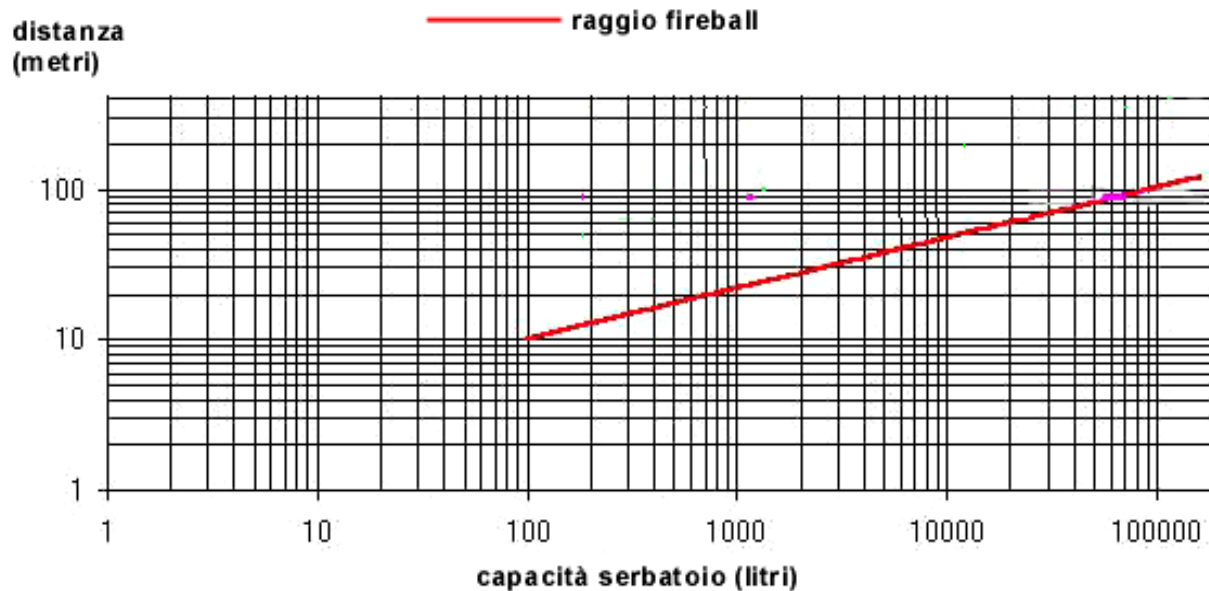


Quantità di GPL	Probabilità di UVCE
< 1 tonnellate	0.01
10 tonnellate	0.1
1000 tonnellate	1



FIREBALL

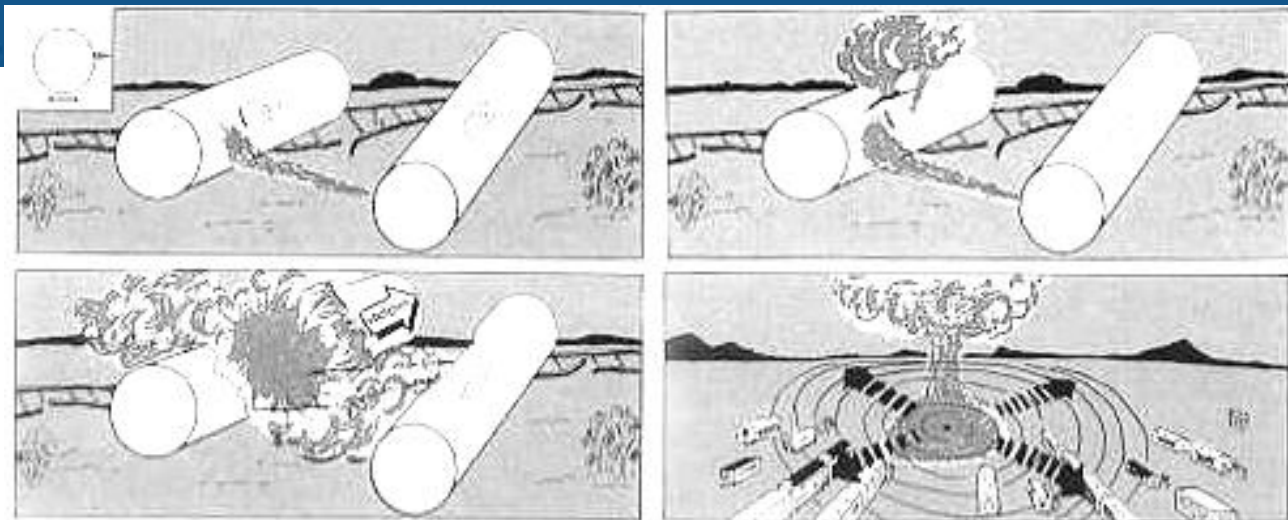
Quantità combustibile (tonnellate)	Raggio fireball (metri)	Durata (secondi)
2	29	4,2
20	60	6,4
200	120	9,8
20000	520	22,5





BLEVE

27





Ubicazione

Depositi con serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 30 mc e/o di recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 12.000 kg.

■ I depositi devono essere ubicati in aree destinate a zona industriale o assimilata nei Piani regolatori o nelle previsioni di altri strumenti urbanistici o in aree agricole da definire in accordo con gli strumenti urbanistici locali.

■ I depositi non possono sorgere:

a) in zone in cui la densità media reale di edificazione esistente (con esclusione degli edifici industriali, assimilabili e relative pertinenze) sia superiore a 1,5 mc per mq nell'area avente il raggio di 200 m dal contorno della proiezione in pianta dei serbatoi;

b) in zone destinate a verde pubblico.

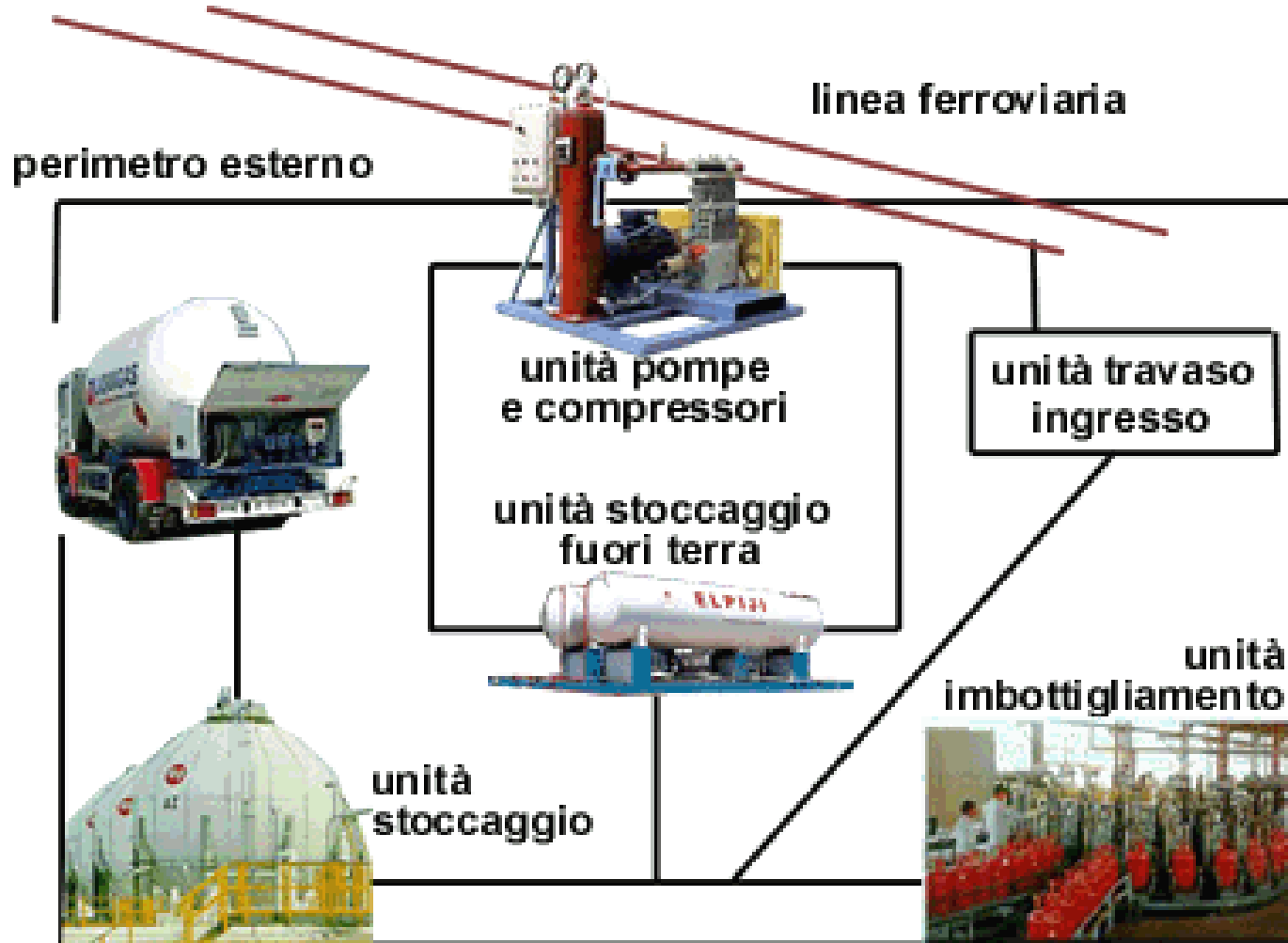
■ L'attestazione che l'area prescelta per l'installazione del nuovo deposito non ricade tra quelle non ammesse deve risultare da un documento rilasciato dal Sindaco.



Elementi dei depositi

- punti di travaso e di riempimento;
- serbatoi fissi;
- zone di immagazzinamento recipienti mobili;
- pompe, compressori, contatori per liquido;
- apparecchiature per l'imbottigliamento;
- dispositivi di travaso;
- vaporizzatori;
- autobotti o ferro cisterne in travaso;
- autobotti o ferro cisterne in attesa, prima e dopo il travaso;
- aree o locali per servizi (quali stazione antincendio, reparto manutenzione recipienti, stazione compressori d'aria, uffici, magazzini, officina, abitazione del custode).

Elementi di un “grande deposito” di GPL







Distanze sicurezza esterna

- da punti di riempimento, quando il serbatoio ha capacità fino a 5 mc: 10m;
- da punti di riempimento, quando il serbatoio ha capacità superiore a 5 fino a 30 mc: 20 m;
superiore a 30 mc: 30 m;
- da punti di travaso: 40 m;
- da pompe, compressori, contatori: 20 m;
- da apparecchiature per l'imbottigliamento: 40 m;



Distanze sicurezza esterna

da serbatoi fissi

Capacità del deposito (mc)	Distanze (m)
fino a 12	15
superiore a 12 fino a 50	25
superiore a 50 fino a 300	30
superiore a 300	40



Distanze sicurezza esterna

mercoledì

Oggi

superiore a 200 fino a 2000 15

i) da gruppi di recipienti mobili pieni:

Capacità complessiva dei recipienti pieni (kg)	Capacità massima dei singoli gruppi (kg)	Distanze (m)
fino a 5.000 kg	devono essere rispettate le distanze prescritte dalla circolare MI.SA. n. 74 del 20 settembre 1956	
superiore a 5.000 fino a 50.000	25000	20
	5.000	15
superiore a 50.000	25.000	25
	10.000	20

l) da gruppi di recipienti vuoti non bonificati:

Capacità potenziale dei singoli gruppi (kg)	Distanze (m)
500	3
5.000	5
superiore a	10

m) da flange, raccordi, valvole su tubazioni in fase liquida: 3 m;

n) da autocisterne o ferro cisterne in travaso devono essere osservate le stesse distanze previste per i punti di travaso e di riempimento;

o) da posti di sosta di autocisterna o ferro cisterna in attesa, prima e dopo il travaso devono essere osservate le distanze di protezione di cui al successivo punto 4.4.

4.2.2. Le distanze di sicurezza esterna indicate nel punto 4.2.1 devono essere anche osservate rispetto a linee ferroviarie



Distanze sicurezza interna

Elemento pericoloso		a	b	c	d	e	f
a	Punti di travaso	10					
b	Serbatoi	15	-				
c	Depositi di recipienti mobili pieni o vuoti contenenti gas	15	15	-			
d	Pompe, compressori, contatori per liquido, vaporizzatori	10	10	15	-		
e	Apparecchiature per imbottigliamento	15	15	10	15	-	
f	Autocisterne o ferrocisterne in travaso	-	15	15	15	15	-



Distanze di protezione

mercoledì

Oggi

4.4. Distanze di protezione

Rispetto agli elementi pericolosi del deposito devono essere osservate le seguenti distanze minime di protezione:

- a) da punti di solo riempimento: 10 m;
- b) da punti di travaso: 15 m;
- c) da flange, raccordi o valvole montati direttamente sui serbatoi e da punti di spurgo e sfiato dei serbatoi:

Capacità del singolo serbatoio (mc)	Distanza (m)
fino a 5	10
superiore a	15

- d) da pareti di serbatoi sprovvisti di aperture: la metà delle distanze indicate alla precedente lettera c);
- e) da pompe, compressori, contatori per g.p.l. liquido: 10 m;
- f) da vaporizzatori:

Capacità potenziale dei singoli gruppi (kg/h)	Distanze (m)
fino a 20	5
superiore a 20 fino a 200	10
superiore a 200	15

- g) da apparecchiature per l'imbottigliamento: 15 m;
- h) da dispositivi di travaso: 15 m;
- i) da recipienti mobili eroganti g.p.l. in fase liquida: 10 m;
- l) da recipienti mobili pieni con capacità singola fino a 25 kg: 3 m;



Distanze protezione

- da apparecchiature per l'imbottigliamento: 15 m;
- da dispositivi di travaso: 15 m;
- da recipienti mobili eroganti g.p.l. in fase liquida: 10 m;
- da recipienti mobili pieni con capacità singola fino a 25 kg: 3 m;
- da recipienti mobili pieni con capacità singola superiore a 25 kg: 5 m;
- da tubazioni con giunzioni saldate in fase liquida, o in fase gassosa alla pressione del serbatoio: 1 m;
- da flange, raccordi, valvole su tubazioni: 3 m.



Serbatoi fuori terra

- Nei depositi di capacità complessiva superiore a 13 mc i serbatoi ed i loro supporti metallici, devono essere coibentati e protetti dall'impianto idrico di raffreddamento.
- I serbatoi e le strutture accessorie devono essere collocati su adatte fondazioni, opportunamente calcolate in modo che sia impedito qualsiasi spostamento o cedimento, anche differenziale.
- I serbatoi cilindrici orizzontali di capacità superiore a 13 mc devono essere ancorati sul lato cui sono collegate le tubazioni principali del liquido e del vapore, e lasciati liberi di scorrere, per effetto di variazioni termiche, sull'altro lato. La generatrice inferiore dei serbatoi deve essere ad altezza da terra tale da rendere i serbatoi stessi facilmente ispezionabili.





Serbatoi fuori terra

- Quando i serbatoi siano installati in prossimità di aree interne al deposito transitabili da veicoli, devono essere realizzate opportune difese, a distanza non inferiore a 1,5 m dai serbatoi stessi, al fine di impedire urti accidentali.
- La pavimentazione delle aree sottostanti e circostanti i serbatoi deve essere di opportuna pendenza, liscia, compatta e impermeabile al fine di favorire la diluizione di eventuali rilasci di prodotto in fase liquida ed il loro onvogliamento verso aree in cui non si trovino fonti di pericolo o verso fosse di raccolta. Nel caso di gruppi di serbatoi la pendenza deve essere realizzata in modo da non determinare pericolo reciproco per i serbatoi.



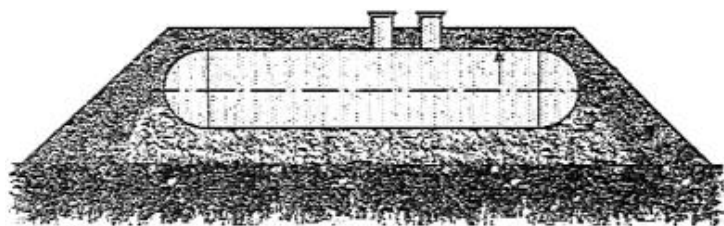
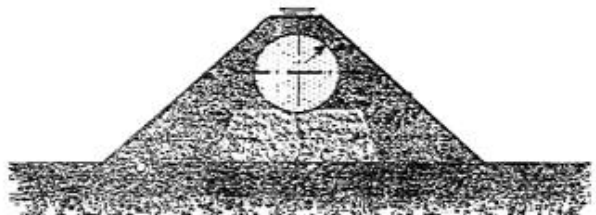
Serbatoi fuori terra

- Le eventuali fosse di raccolta devono essere realizzate in funzione della massima perdita ipotizzabile che possa essere in essa convogliata. Esse, inoltre, dovranno essere sufficientemente lontane dai serbatoi, da edifici, da aree di lavorazione o da strutture di processo in modo tale che la radiazione termica che si sviluppi a seguito di un incendio non produca su di essi effetti negativi.
- Nelle fosse di raccolta dovrà essere installato un sistema di controllo dell'atmosfera. Ove necessario, inoltre, il deposito dovrà essere dotato di adeguate attrezzature per la produzione di schiuma al fine di coprire pozze, zone di ristagno ed eventuali fosse di raccolta.



Serbatoi fuori terra

- In alternativa alla coibentazione i serbatoi possono essere protetti con un sistema interno costituito da strutture cellulari di alluminio in grado di trasferire rapidamente e continuamente il calore dalle pareti al liquido, consentendo così la fuoriuscita totale del gas e mantenendo la temperatura delle pareti al di sotto di quella di collasso (art. 1, D.M. 29 ottobre 1999).



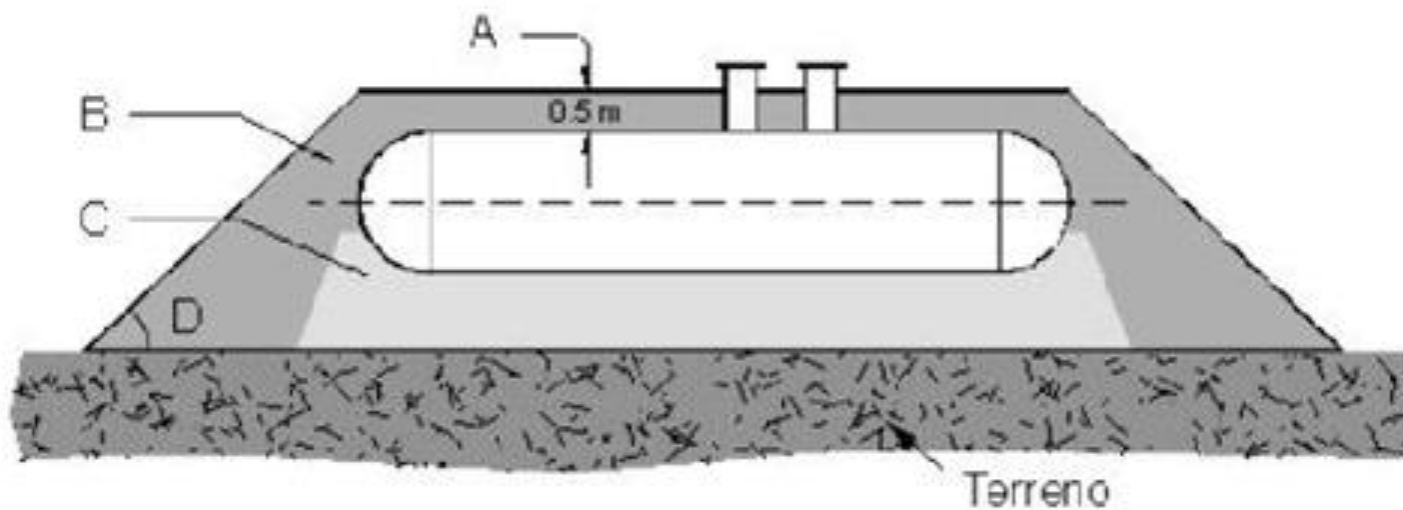
La protezione dei serbatoi fissi avviene anche tramite interramento o ricoprimento

“Grandi serbatoi”

43



Serbatoi tumulati (o ricoperti)



LEGENDA

- A: strato minimo: 0,5 m
- B: materiale di ricoprimento
- C: strato di sabbia compattata per l'appoggio del serbatoio
- D: angolo di inclinazione



Serbatoi interrati o ricoperti

- I serbatoi possono essere installati completamente sotto il livello del suolo oppure parzialmente o totalmente al di sopra del livello del suolo. In corrispondenza di ogni punto del serbatoio lo spessore minimo del materiale di ricoprimento non deve essere inferiore a 0,5 m. I serbatoi devono essere dotati di un sistema di controllo per l'allineamento statico.
- I serbatoi devono poggiare su adatte fondazioni oppure su letto in sabbia opportunamente sagomato e costipato. Essi devono essere successivamente contornati di sabbia o altro materiale adatto, costipato in modo da impedire spostamenti. Al fine di garantire l'assenza di cedimenti dei serbatoi installati sul letto di sabbia, dopo la ricopertura, se ne dovrà procedere al riempimento con acqua e rilevare settimanalmente, per un periodo di due mesi, gli eventuali cedimenti del piano di appoggio.
- I serbatoi devono essere dotati di un impianto di protezione catodica, esclusi quelli posti in cassa di contenimento.



Serbatoi interrati o ricoperti

- I serbatoi devono essere provvisti di un rivestimento costituito da materiale idoneo, quali bitumi, catrami, fibre di vetro, resine sintetiche, elastomeri e simili, che posseggano in particolare adeguati requisiti di resistività elettrica, aderenza, plasticità, resistenza meccanica, non igroscopicità, impermeabilità ed inalterabilità rispetto agli agenti aggressivi del terreno.



Accessori serbatoi

- una valvola di sicurezza di riserva;
- un dispositivo idoneo ad escludere, a scopo manutenzione, le singole valvole di sicurezza dall'esercizio;
- uno scarico delle valvole di sicurezza diretto verso l'alto, tale da non costituire pericolo per gli operatori e ad altezza minima di 2 m dalla generatrice superiore del serbatoio;
- un indicatore di livello del liquido contenuto nel serbatoio, di tipo a segnalazione continua, con esclusione di indicatori a vetro trasparente;
- un segnalatore indipendente di allarme per il massimo livello, udibile in posti presidiati e collegato ad un dispositivo di blocco del riempimento;

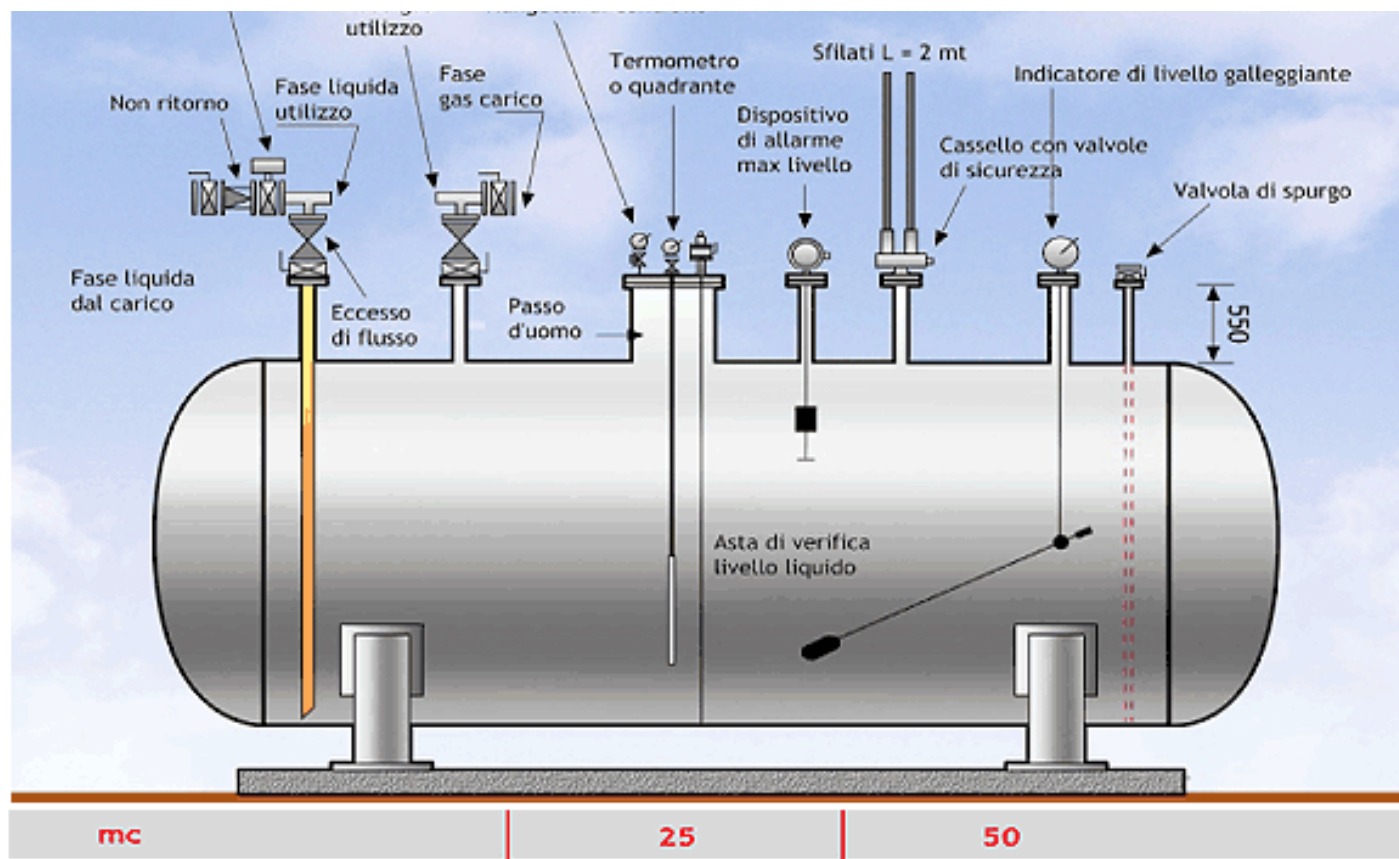


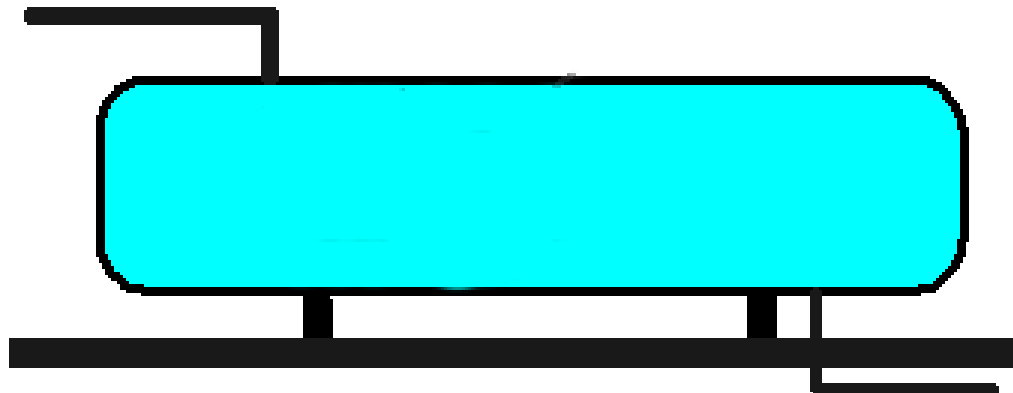
Accessori



- un manometro collegato alla parte alta del serbatoio, portante l'indicazione della pressione di progetto, provvisto di flangia regolamentare per l'attacco del manometro campione, dotata di foro di passaggio con diametro non superiore a 1,5 mm;
- un indicatore di temperatura;
- un segnalatore di allarme per alta pressione, udibile nei posti presidiati.

Dispositivi





- I materiali utilizzati per la costruzione dei serbatoi, delle tubazioni e delle apparecchiature in cui circola GPL devono essere rispondenti alle specifiche tecniche più avanzate e conservative in grado di assicurare la massima affidabilità di esercizio.
- Oltre alle PSV per la protezione da sovrappressioni dei serbatoi, delle linee e delle apparecchiature in cui è presente GPL in fase liquida deve essere installata strumentazione volta a prevenire il verificarsi di condizioni anomale (es. allarmi di alto ed altissimo livello indipendenti fra loro, sistema automatico di blocco del riempimento dei serbatoi per altissimo livello, sistemi di predeterminazione automatica del carico



- Su tutte le tubazioni destinate a trasferire GPL in fase liquida devono essere installate valvole di intercettazione servo-comandate a distanza al fine di limitare il quantitativo di prodotto eventualmente rilasciato.
- Deve essere prevista una efficace protezione dalle scariche atmosferiche con un'opportuna rete di terra nonché da eventuali inneschi elettrici con l'adozione di impianti a sicurezza.



Particolare cura deve essere posta nella predisposizione dei mezzi e delle attrezzature antincendio nonché dei sistemi di protezione (es. valvole di shut-off del tipo fail-safe – mancanza aria chiude - e fire-safe azionate da pulsanti dislocati in diverse posizioni del deposito) in modo che:

- possano essere azionati rapidamente da posizione sicura,
- non siano caratterizzati da elevata vulnerabilità (tale da renderli indisponibili al verificarsi di eventi ragionevolmente credibili),
- siano in grado di garantire efficaci azioni di controllo dell' incendio e di protezione dei serbatoi vicini da pericolosi surriscaldamenti.



- Il numero di tubazioni che fuoriescono dai serbatoi deve essere limitato al numero minimo compatibile con l'esercizio del deposito.
- è preferibile avere un'unica tubazione collegata al fondo del serbatoio utilizzabile sia per il carico che per lo scarico del serbatoio stesso.
- La connessione al fondo del serbatoio non deve presentare sporgenze oltre la superficie interna al fine di consentirne il completo svuotamento



- La **tubazione di carico/scarico GPL** in uscita dal serbatoio deve essere interamente **saldata** (senza giunzioni frangiate) fino al limite di batteria che separa l'area di stoccaggio da quella dei collettori ($\Rightarrow$ la tubazione è considerata parte integrante del serbatoio).
- La tubazione deve essere fornita di **valvola di shut-off** comandata a distanza di tipo fail-safe (di solito le valvole sono pneumatiche mancanza aria chiude) situata nell'area collettori (oltre i limiti di batteria dell'area stoccaggio - serbatoi).
- La valvola comandata a distanza è seguita nel senso di uscita del fluido da una **valvola manuale** tipo fire-safe.



- Sulla tubazione di carico/scarico GPL in uscita dal serbatoio può inoltre essere installata una ulteriore valvola manuale tipo fire-safe tra il serbatoio e la valvola comandata a distanza (in prossimità di quest' ultima per permetterne la manutenzione con serbatoio in esercizio).
- Anche il numero di valvole di intercettazione / regolazione istallate in prossimità dei serbatoi deve essere limitato allo stretto indispensabile in quanto in caso di guasto possono essere causa di possibile situazione incidentale..



- Le **giunzioni flangiate** devono essere limitate allo stretto indispensabile e sono escluse nel tratto immediatamente a valle del collegamento serbatoio – tubazioni.
- Il **piano di posa** sottostante ai serbatoi deve essere in leggera pendenza per favorire l'eventuale allontanamento del GPL liquido dall'area stoccaggio.
- E' utile valutare l'opportunità di realizzare una **vasca di raccolta** per gli eventuali rilasci di GPL liquido; il GPL viene convogliato alla vasca attraverso canalette aperte di raccolta degli spanti



“Grandi serbatoi”

- Sui grandi serbatoi è prevista l'istallazione di **sistemi di allarme** di alto (HLA) ed altissimo livello (HHLA) ed alta pressione (HP).
- Il serbatoio deve essere dotato di **valvole di sicurezza** (PSV) collegate ad uno scarico convogliato verso l'alto ovvero a blow-down (sistema abbattimento)
- Gli attacchi di ingresso-prelievo di GPL dal serbatoio devono essere provvisti di valvola di intercettazione manuale, di una valvola di eccesso di flusso e di una valvola comandata da distanza.



“Grandi serbatoi”

Il sistema di spurgo e di prelievo campioni deve essere costituito da tubazione di piccolo diametro con terminale libero convogliato in “area sicura” (adeguatamente distante dai serbatoi).

Sulla tubazione di spurgo e prelievo campioni sono installate 2 valvole a rapida azione poste a distanza reciproca non inferiore ad 1 m (di cui quella più vicina al terminale libero con molla di richiamo in posizione di chiusura).



All' interno dei depositi non è trascurabile il rischio di collisioni e/o urti di mezzi mobili contro istallazioni fisse;

- effettuare uno studio accurato dei percorsi con l'obiettivo di evitare incroci fra mezzi,
- adottare percorsi interni che evitino il passaggio di mezzi in prossimità di elementi critici del deposito
- definire procedure di accesso a tali aree (tipo permessi di lavoro)
- proteggere elementi di impianto suscettibili di essere urtati con adeguate barriere meccaniche in grado di assorbire l'energia trasmessa in caso urto accidentale



POMPE E COMPRESSORI

I trasferimenti di GPL tra le diverse unità avvengono grazie ad un *sistema di pompe e di compressori*.

Le **sale pompe** e compressori sono protetti da impianti antincendio ad acqua ad intervento automatico.

Per ridurre la probabilità di rilasci da pompe e compressori (macchine con organi in movimento statisticamente caratterizzate da una trascurabile probabilità di guasto e conseguente rilascio di GPL liquido) è preferibile l'uso di apparecchiature a “doppia tenuta”

Allarmi per eventuali fughe di gas sono in genere previsti nei punti critici del deposito (in genere ove non è assicurato il presidio umano).



Pompe compressori e contatori

- **Pompe, compressori e contatori per liquido possono essere installati o all'aperto o in adatto locale, o sotto tettoia. Deve essere evitata l'installazione in aree infossate o poco ventilate.**
- **Nel caso di serbatoi interrati o ricoperti, le pompe possono anche essere disposte immerse, semimmerse, oppure in pozzetto posto a lato del serbatoio. I comandi di marcia e arresto delle pompe devono essere posti all'esterno del pozzetto.**
- **Pompe, compressori e contatori per liquido devono essere progettati per la massima pressione raggiungibile durante l'esercizio, tenendo anche conto della sovrappressione di mandata e comunque per una pressione non inferiore a 30 bar.**

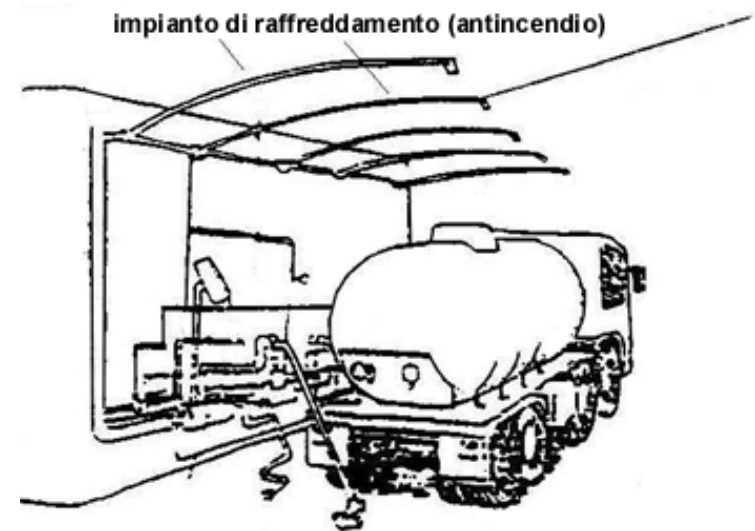


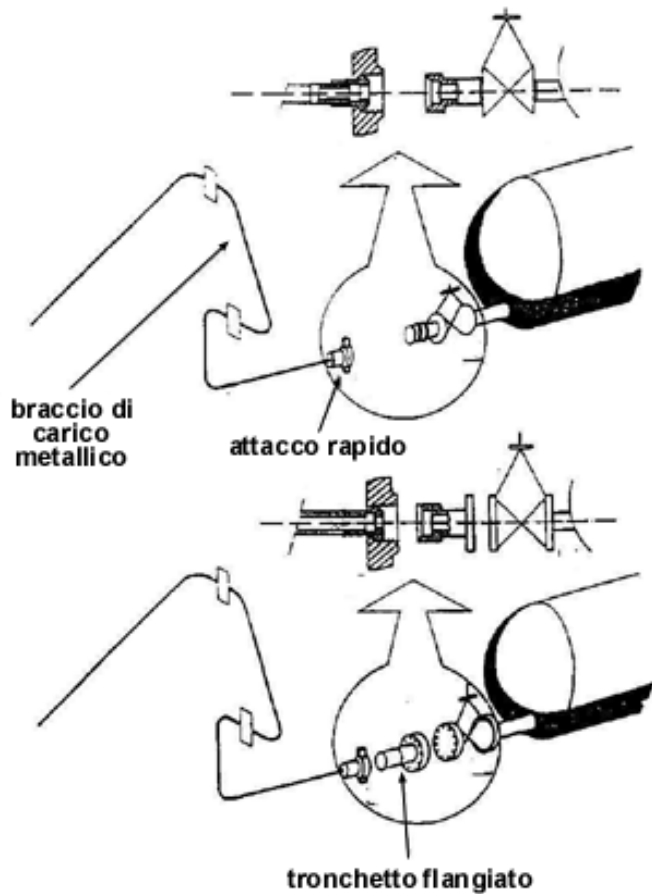
- Il travaso da autocisterne o ferro cisterne a serbatoi e viceversa, deve essere eseguito mediante due linee, di cui una per la fase liquida ed una per il ritorno della fase gassosa, con l'ausilio di una pompa o di un compressore, e comunque in modo da evitare dispersioni di gas nell'atmosfera.
- Il collegamento fra autocisterne o ferro cisterne e l'impianto fisso deve avvenire per la fase liquida mediante appositi bracci metallici, salvo il caso delle manichette flessibili in dotazione alle autocisterne munite di pompa di scarico. Inoltre dovrà essere predisposto un impianto di consenso all'azionamento delle pompe del g.p.l. asservito alla messa a terra delle ferro cisterne e delle autocisterne.
- I punti di travaso devono essere ubicati in zona aperta e ventilata evitando aree infossate, in modo da essere osservabili dai luoghi di controlli del deposito.

Le **unità di travaso** debbono

- essere ubicate in zone aperte e ventilate,
 - Essere disposti in modo da evitare interferenza di traffico tra autocisterne
 - permettere l'eventuale entrata di mezzi di emergenza provenienti dall'esterno.
- Nello stesso deposito sono ammessi più punti di travaso disposti a pettine ad una distanza di 8 metri nel caso in cui è prevista l'interposizione di muri di schermo,

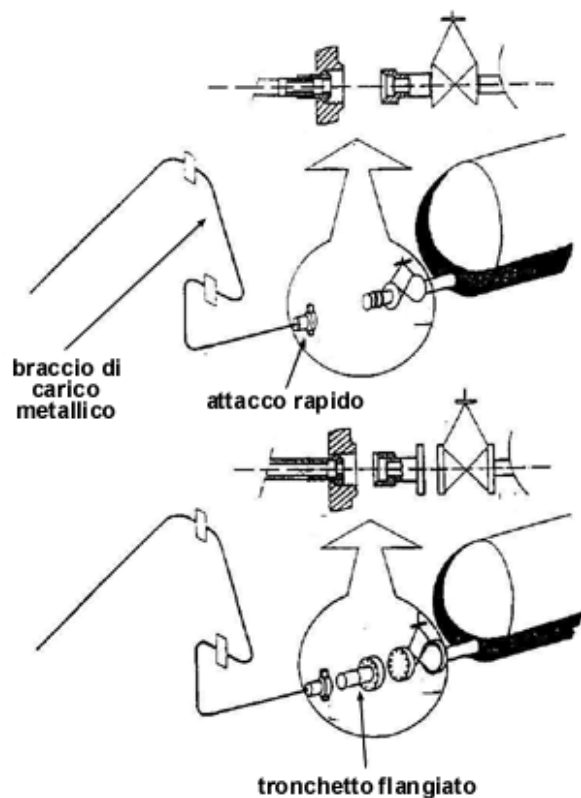
Un adeguato impianto di raffreddamento ATB/FC costituisce misura di sicurezza irrinunciabile.





Unità di travaso

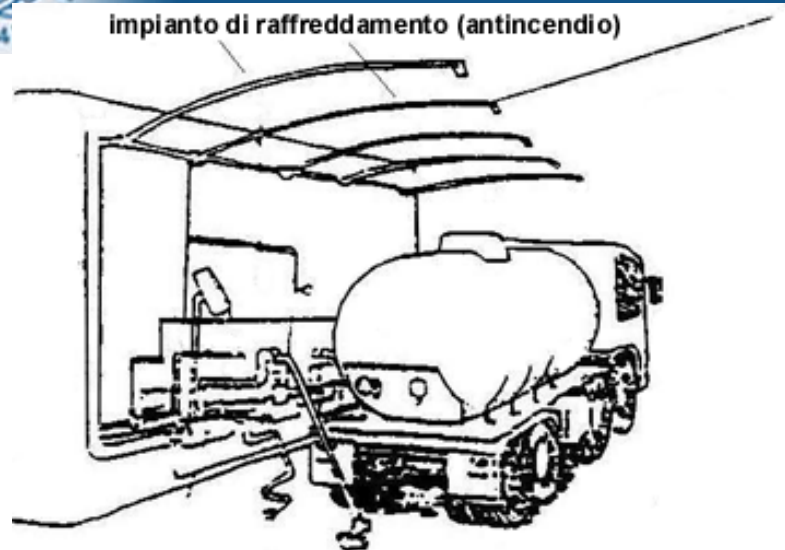
le manichette flessibili presentano una affidabilità inferiore a quella dei bracci metallici, pertanto detti sistemi sono attualmente in fase di progressiva eliminazione da tutti i depositi.



Unità di travaso (eventuali protezioni aggiuntive):

- **sistemi di blocco** che comandano le valvole di intercettazione sui bracci ed i sistemi di pompaggio in caso di movimento accidentale del veicolo (es. break away couplings);
- **pareti di separazione** dalle altre unità in grado di resistere al fuoco ed anche alle esplosioni.
- **impianti di estinzione** ad acqua e schiuma con portata minima di irrorazione 10 l/min x m² di superficie in pianta da proteggere.
- **rilevatori di incendio** nelle zone critiche dell' impianto.

Unità di travaso



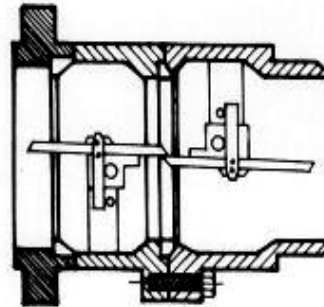
Elenco rischi tipici:

- sovrariempimento di un serbatoio sprovvisto PSV può causare la rottura del serbatoio stesso (in Italia i serbatoi di autocisterne e ferrocisterne sono generalmente sprovvisti di PSV)
- In presenza di serbatoi provvisti di PSV il sovrariempimento può essere causa di rilascio di GPL liquido attraverso tale valvola durante l'esecuzione delle operazioni di travaso,

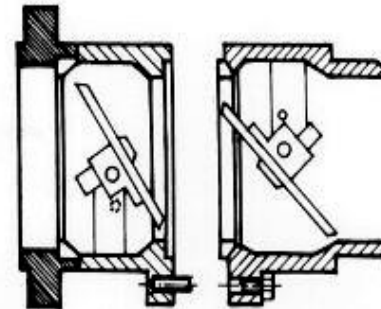
IL DISPOSITIVO FLIP-FLAP E' COSTITUITO DA UN ACCOPPIAMENTO CON PERNI DI ROTTURA CALIBRATI, DOTATO DI VALVOLE DI INTERCETTAZIONE A MONTE E VALLE DELLO STESSO.

Elenco rischi tipici (segue):

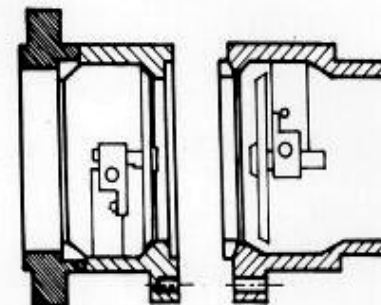
- Un movimento incontrollato di un mezzo prima del termine dell' operazione di travaso può provocare il danneggiamento dei bracci di carico (o manichette flessibili) e la conseguente perdita di GPL liquido (o gassoso),



- 1) NELLE CONDIZIONI DI LAVORO NORMALE LE VALVOLE SI TROVANO NELLA POSIZIONE DI APERTURA BLOCCATE AMBEDUE MECCANICAMENTE.



- 2) SE L'ACCOPPIAMENTO VIENE ASSOGGETTATO A SOLLECITAZIONI SUPERIORI A QUELLE DI TARATURA, I PERNI SI ROMPONO SBLOCCANDO LE VALVOLE.

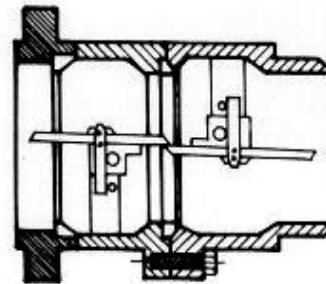


- 3) IN CONDIZIONI DI ACCOPPIAMENTO APERTO, LE VALVOLE, A MONTE- E VALLE DELLO STESSO, SI PORTANO NELLE CONDIZIONI DI CHIUSURA.

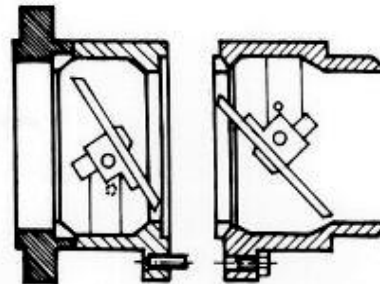


Break away couplings

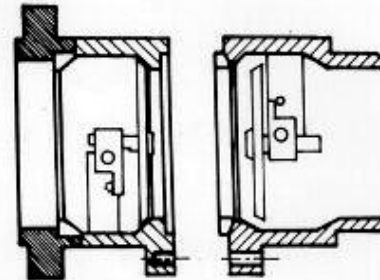
IL DISPOSITIVO FLIP-FLAP E' COSTITUITO DA UN ACCOPPIAMENTO CON PERNI DI ROTTURA CALIBRATI, DOTATO DI VALVOLE DI INTERCETTAZIONE A MONTE E VALLE DELLO STESSO.



1) NELLE CONDIZIONI DI LAVORO NORMALE LE VALVOLE SI TROVANO NELLA POSIZIONE DI APERTURA BLOCCATE AMBEDUE MECCANICAMENTE.



2) SE L'ACCOPPIAMENTO VIENE ASSOGGETTATO A SOLLECITAZIONI SUPERIORI A QUELLE DI TARATURA, I PERNI SI ROMPONO SBLOCCANDO LE VALVOLE.



3) IN CONDIZIONI DI ACCOPPIAMENTO APERTO, LE VALVOLE, A MONTE E VALLE DELLO STESSO, SI PORTANO NELLE CONDIZIONI DI CHIUSURA.

impianto di raffreddamento (antincendio)



Elenco rischi tipici

- rilascio di GPL durante il travaso (es. per rottura guarnizione, per difetto di serraggio - o mancanza - dei bulloni, cedimento/collasso improvviso di una manichetta)

- blocco in apertura valvole manuali per operazioni di spurgo e di prelievo campioni di GPL ($\Rightarrow$ doppia valvola manuale, $d \geq 1$ m, una con molla di richiamo in posizione di chiusura, prelievo convogliato in zona sicura – ad una certa distanza da recipienti contenenti importanti masse di GPL,)

(in entrambi i casi la presenza di sole valvole di eccesso di flusso sulle condotte destinate al trasporto della fase liquida può risultare inefficace in quanto dette valvole intervengono solo in presenza di rilasci significativi, superiori a portata di trasferimento)

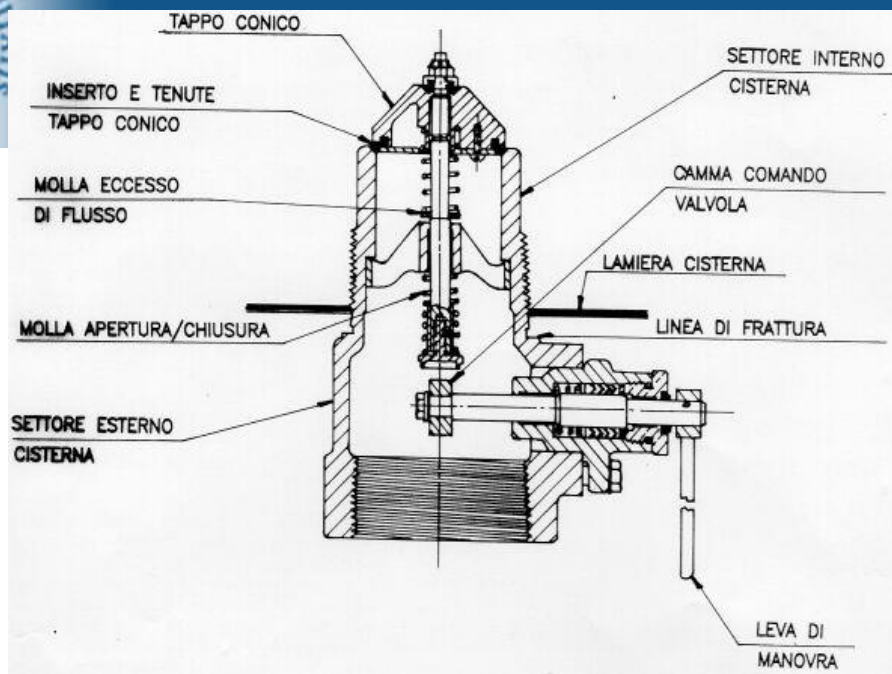


Considerazioni

- L'azionamento in emergenza dei sistemi di intercettazione del flusso lato mezzo mobile (ATB e FC) si è rilevata problematico e difficilmente eseguibile
 - È oggettivamente difficile esercitare il controllo di efficienza dei mezzi mobili da parte dei gestori della installazione fissa, (es Costiero Gas a Livorno nei giorni di punta fa oltre 300 rifornimenti/giorno di autocisterne)
 - È altrettanto difficile esercitare controlli sulla preparazione e sulla consapevolezza del rischio del personale addetto alla conduzione di detti mezzi (in buona parte depositi sono gli autisti che effettuano operazioni di connessione ATB-bracci);
- ⇒ **occorre che la sicurezza delle operazioni non sia condizionata dalla efficienza di ATB e FC**

Rilascio GPL liquido da ATB durante operazioni travaso (Porcari – Lucca, 1995)



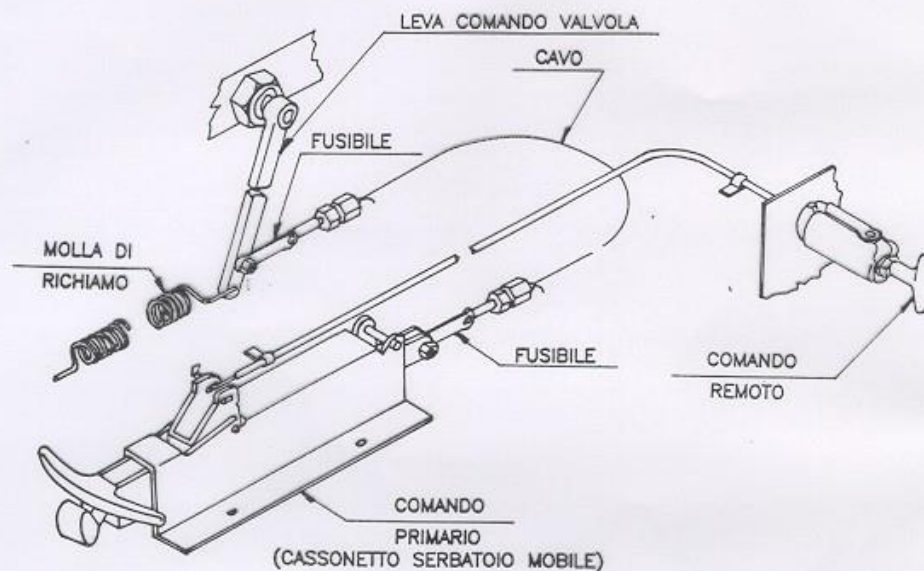


Valvola di fondo:

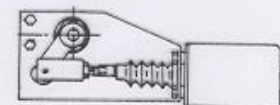
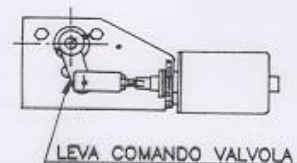
dispositivo di intercettazione manuale (a comando pneumatico) ed automatico eventuale rilascio GPL lato ATB

- I comandi di azionamento manuale della valvola di fondo sono posti nel cassonetto del serbatoio mobile, lungo lo stesso serbatoio mobile e spesso anche nella cabina di guida.
- Il fluido motore della valvola è aria (mancanza aria chiude)
- Ai fini dell' intercettazione automatica dei rilasci lato ATB la soglia minima di intervento è definita dal set di taratura della valvola di eccesso di flusso (> Qesercizio)

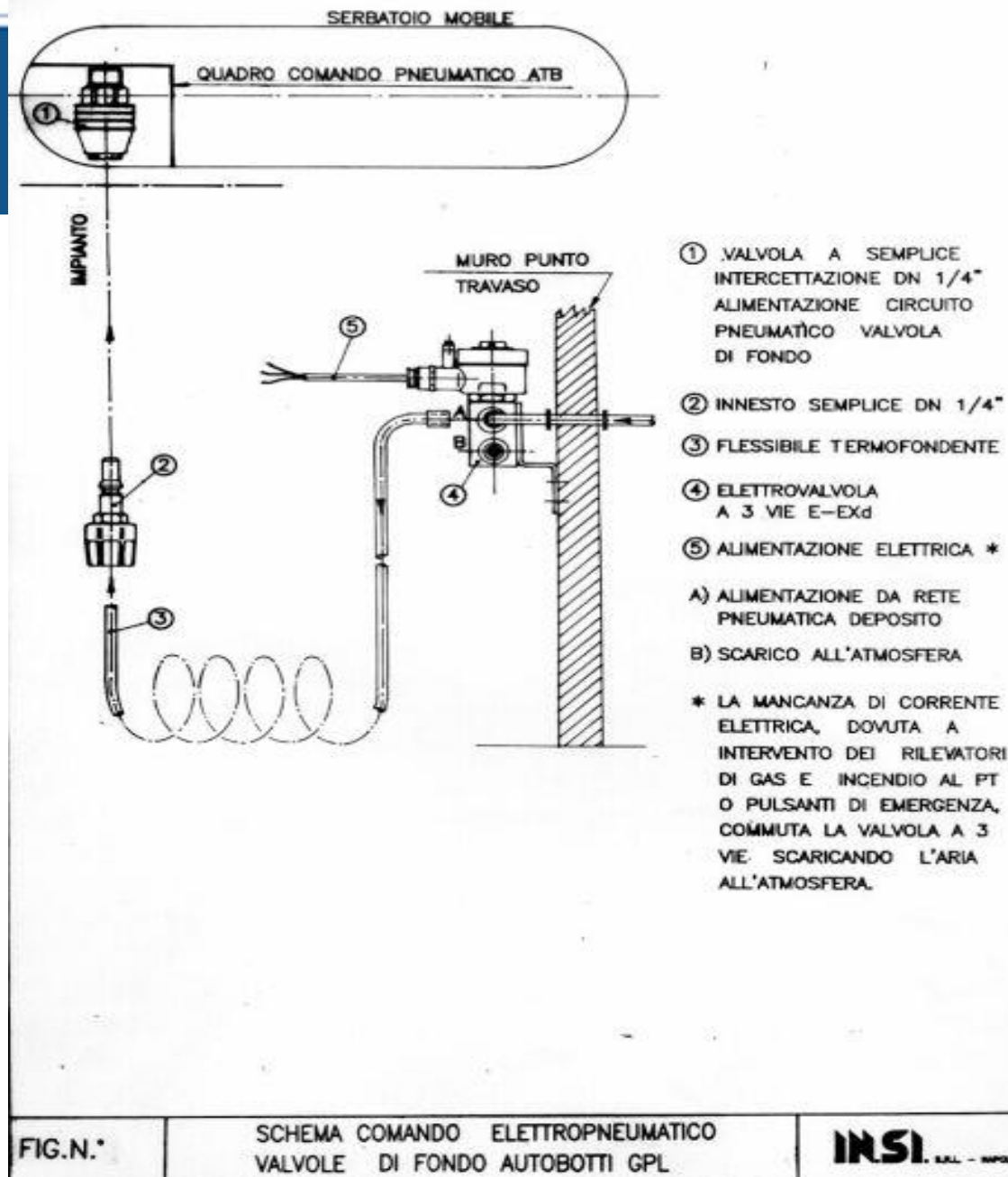
Sistema di intercettazione rilascio GPL lato ATB



ATTUATORE PNEUMATICO



Esempio di collegamento del sistema d'intercettazione in emergenza del GPL lato rampa di travaso con il sistema di blocco lato ATB





Maggio 2006

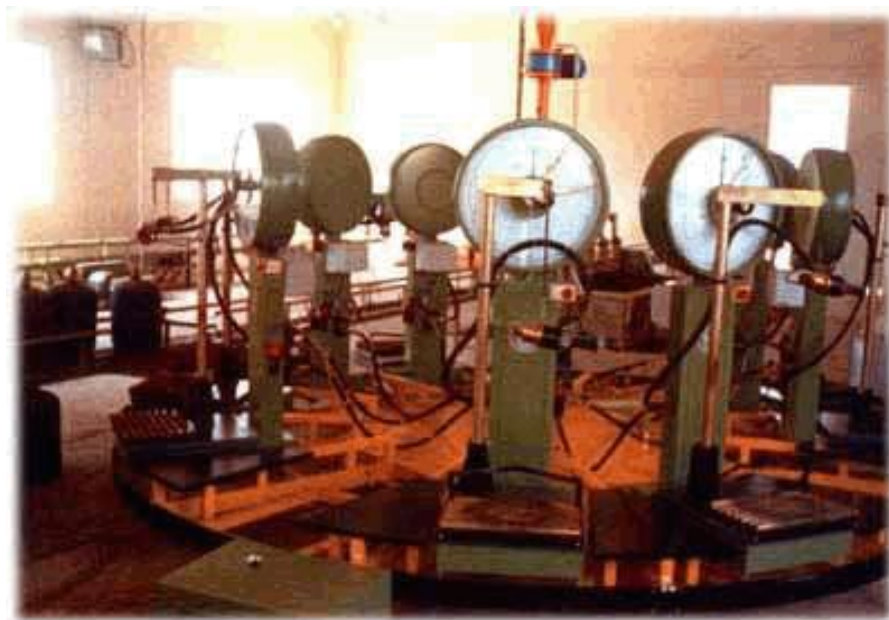


- Occorre tenere presente che in caso di rilascio di GPL i mezzi mobili possono essere **causa di innesco** di eventuali nubi di gas (es. tubo di scappamento, impianti elettrici, punti caldi motore,...)
- I **motori diesel** (autocisterne, locomotori) rappresentano una fonte di rischio particolare in quanto possono imballarsi se la loro aria comburente è accidentalmente carburata con GPL.

Imbottigliamento

Sono quelli nei quali il GPL viene immesso in un circuito automatico (giostra o carosello) capace di caricare le bombole.

Le giostre sono dotate di bilance per il controllo automatico del peso, parametro essenziale della sicurezza delle operazioni in quanto la fase liquida all'interno dei contenitori non deve superare l'80% del volume disponibile.





Imbottigliamento

- Le apparecchiature per l'imbottigliamento devono essere installate o all'aperto o sotto tettoia o in adatto locale.
- Le pinze delle bilance di imbottigliamento devono essere tali da non consentire l'efflusso di g.p.l. nei casi seguenti:
 - a) quando la pinza non sia collegata al recipiente da riempire;
 - b) quando venga a mancare il fluido di comando per l'erogazione (ad es. aria compressa) o il comando manuale di apertura (ad es. pressione su di un pulsante).
- Sulla linea di adduzione del g.p.l. liquido alle apparecchiature di imbottigliamento deve essere disposta una valvola telecomandata a chiusura rapida.
- Sulla linea di ritorno ai serbatoi dalle apparecchiature di imbottigliamento deve essere disposta una valvola telecomandata a chiusura rapida oppure una valvola di non ritorno.



Ubicazione

- **Serbatoi fissi capacità superiore a 5 mc fino a 30 mc
e/ di recipienti mobili capacità superiore a 5.000 kg
fino a 12.000 kg**
 - 1. I depositi di cui al presente punto a destinazione industriale, artigianale o commerciale non possono sorgere in aree individuate come A, B e C, o destinate a verde pubblico, nel Piano regolatore generale o nel programma di fabbricazione, ai sensi dell'art. 2 del D.M. 2 aprile 1968, n. 1444.**
 - 2. I depositi di cui al presente punto a destinazione diversa da quella di cui al precedente punto 1, non possono essere edificati in aree individuate dal Piano regolatore generale o dal Programma edilizio come:**
 - A o verde pubblico;**
 - B e C, quando sia previsto un indice di edificabilità superiore a 3 mc per metro quadrato.**
 - 3. L'attestazione che l'area prescelta per l'installazione del nuovo deposito non ricade in zone non ammesse deve risultare da un documento rilasciato dal Sindaco.**



Depositi recipienti mobili

- I depositi di recipienti mobili pieni o vuoti non bonificati possono essere realizzati o all'aperto o sotto tettoia o in locale atto a contenere elementi pericolosi. I recipienti di capacità superiore a 250 litri devono essere depositati solo all'aperto o sotto tettoia. I locali di tipo chiuso non possono essere destinati a deposito di recipienti mobili pieni.



Depositi (5.000-12.000 kg)

- **devono essere provvisti di recinzione, estesa all'intero perimetro e di altezza totale minima di 2 m. La recinzione può essere totalmente in rete metallica.**
- **I depositi collocati all'interno di complessi industriali non necessitano di recinzione, a condizione che siano rispettate le prescrizioni di cui al D.M. 14.5.04, ferme restando tutte le altre prescrizioni relative alle zone di rispetto. In alternativa devono osservare quanto previsto al successivo punto 9.1.7.**



Depositi superiori a 12.000 kg.

- I depositi devono essere provvisti di recinzione, estesa all'intero perimetro, di altezza totale minima 2,50 m. Tale recinzione deve essere preferibilmente in muro continuo (in calcestruzzo, lastre in calcestruzzo con pilastri intermedi, muratura, ecc.). Caso per caso può essere consentito che la recinzione, o parte di essa, sia in robusta rete o inferriata metallica.
- La recinzione dei depositi deve essere a distanza di protezione rispetto agli elementi pericolosi.
- La recinzione dei depositi deve essere provvista di almeno un accesso carraio di altezza minima 4 m e larghezza minima 4,50 m, che consenta l'agevole passaggio di mezzi antincendio provenienti dall'esterno e che sia situata il più possibile distante dagli elementi pericolosi del deposito



Caratteristiche locali

- **I locali in cui sono contenuti elementi pericolosi devono essere ad un solo piano, con livello del pavimento uguale o superiore a quello del terreno circostante. Al disotto o in adiacenza dei locali non devono sussistere vani di alcun genere.**
- **I locali devono prestarsi ad un facile esodo in caso di pericolo. Porte ed aperture devono essere disposte in modo da essere raggiungibili con percorso non superiore a 20 m. Le porte a battente devono essere apribili verso l'esterno.**



Tipologia

- **locali di tipo aperto:** sono quelli in cui la parte chiusa delle pareti laterali (porte e finestre comprese) non supera il 60% della superficie laterale totale; in detti locali le aperture (prive di serramento) devono comunque estendersi al 40% del perimetro, con limite inferiore a filo di pavimento ed interessare almeno due pareti del locale. I locali destinati a contenere esclusivamente recipienti portatili, che manchino di una intera parete avente lunghezza almeno pari al 20% del perimetro, possono essere considerati di tipo aperto;
- **b) locali di tipo a ventilazione naturale:** sono quelli che hanno aperture (prive di serramento) a livello del pavimento di superficie non inferiore al 10% della superficie totale del pavimento, interessanti almeno due lati del locale, nonchè aperture (prive di serramento) disposte sulla parte alta del locale di superficie non inferiore al 5% della superficie totale del pavimento. Tali locali dovranno essere dotati di sistemi di controllo dell'atmosfera in conformità a quanto disposto nell'art. 11.14;
- **c) locali di tipo chiuso:** locali non aventi i requisiti di cui alle precedenti lettere. Essi non possono comunque essere destinati a deposito di recipienti mobili pieni. Essi devono essere provvisti di un impianto di ventilazione forzata con una o più bocche disposte a livello di pavimento nonchè di dispositivo di controllo dell'atmosfera.



Impianti elettrici

- Gli impianti elettrici e di terra devono essere eseguiti a regola d'arte.
- I comandi principali di distribuzione di energia elettrica devono essere accentrati in un unico quadro di comando adeguatamente segnalato, collocato in prossimità dell'ingresso, e comunque all'esterno della zona di rispetto degli elementi pericolosi.



Protezione antincendio

- I depositi di g.p.l. devono essere provvisti, in funzione delle loro capacità e caratteristiche, di impianti ed attrezzature antincendio aventi le seguenti funzioni:
 - a) controllare ed eventualmente estinguere rapidamente principi di incendio;
 - b) raffreddare in caso di incendio i serbatoi fissi e mobili o i recipienti;
 - c) evitare la propagazione del fuoco agli impianti fissi ed ai mezzi mobili, e comunque alle zone adiacenti;
 - d) ridurre i danni alle installazioni fisse o mobili in caso di incendio;
 - e) favorire la diluizione nell'aria di eventuali perdite di g.p.l.;
 - f) favorire l'avvicinamento degli operatori di soccorso agli organi di manovra, comando e controllo dell'impianto



Idranti

- I depositi devono essere provvisti di una rete idranti DN 70 (eventualmente integrati da idranti DN 45) in numero adeguato e disposti in modo da consentire l'intervento su ogni elemento pericoloso del deposito.
- Quando il numero di idranti è superiore a quattro, la rete deve essere ad anello e divisibile in tronchi mediante valvole di intercettazione, in modo da consentire la manutenzione senza interruzione del servizio. Dette valvole devono essere tali da visualizzare le condizioni di apertura e chiusura.



Idranti

- Gli idranti devono essere disposti ad intervalli regolari non superiori a 60 m, essere facilmente accessibili ed essere ubicati in modo da non subire danneggiamenti dovuti al traffico e comunque disposti in modo da coprire l'intera area degli elementi pericolosi dell'impianto.
- La rete di idranti deve essere provvista di uno o più attacchi di mandata per autopompa, installati in posizione facilmente accessibile e protetta.



Impianti idrici di raffreddamento

- Oltre ai serbatoi fuori terra, i seguenti elementi pericolosi dei depositi devono essere dotati di impianto per il raffreddamento, realizzato come indicato ai punti sottoriportati:
 - a) gruppi di recipienti mobili aventi capacità superiore a 5.000 kg;
 - b) punti di travaso per autocisterne e ferro cisterne;
 - c) zone di imbottigliamento.
- Gli impianti di raffreddamento devono essere realizzati in modo che l'intera superficie delle zone da proteggere sia efficacemente ed uniformemente irrorata dall'acqua di raffreddamento, anche in presenza di vento.



Deposito bombole

- **Gli impianti di raffreddamento delle zone di deposito bombole possono essere realizzati mediante tubi provvisti di ugelli spruzzatori oppure, in alternativa, per depositi all'aperto, mediante cannoncini idrici fissi o mobili provvisti di lance a getto multiplo e opportunamente ubicati.**



Caratteristiche idrauliche

- La portata d'acqua degli impianti di raffreddamento deve essere almeno pari a:
 - 3 l/min/mq sui serbatoi coibentati fuori terra e sui depositi di bombole;
 - 10 l/min/mq sulle cisterne sotto travaso e sugli impianti di imbottigliamento.
- Tali portate dovranno essere dimensionate, rispettivamente, in funzione della superficie totale di ciascun serbatoio e della cisterna di maggiori dimensioni sotto travaso e della proiezione orizzontale delle zone da proteggere.
- Gli impianti per il raffreddamento delle aree dei vari elementi pericolosi devono essere intercettabili singolarmente.



Caratteristiche idrauliche

- La portata complessiva d'acqua dell'impianto idrico antincendio deve essere almeno pari a quella necessaria per il funzionamento contemporaneo di tutti gli impianti di raffreddamento posti entro un raggio di 30 m da quello, fra i possibili punti pericolosi, che richiede la maggiore portata d'acqua.
- A tale portata è da aggiungersi una portata fissa di 30 mc/h.
- L'alimentazione idrica degli impianti antincendio deve:
 - assicurare la portata totale di progetto per almeno due ore;
 - essere realizzata a regola d'arte.



Pompe automatiche

- La portata richiesta deve essere assicurata da una o più pompe antincendio principali, azionate da motore termico o comunque azionate autonomamente (ad es. elettropompe azionate da gruppo elettrogeno di adeguata potenza e da rete elettrica esterna).
- Oltre alle pompe principali deve essere disponibile una pompa di riserva (anche alimentata da rete elettrica esterna) che abbia le prestazioni della maggiore delle pompe principali.
- Per i soli depositi di cui al punto 3.1, l'impianto può essere dotato di una sola pompa a motore termico od elettrico, alimentato da rete, per la portata richiesta.



Pompe automatiche

- **Gli eventuali motori elettrici per l'azionamento delle pompe devono avere l'alimentazione indipendente e preferenziale rispetto a tutti gli altri impianti elettrici del deposito.**
- **La postazione delle pompe antincendio deve essere facilmente accessibile, distante per quanto possibile dagli elementi pericolosi, comunque non meno di 20 m.**



Impianto di allarme e comunicazione

- I depositi in cui si effettui il carico di autocisterne o ferro cisterne oppure l'imbottigliamento, devono essere dotati di un sistema di allarme interno e di comunicazione, costituito da sistemi fissi manuali di segnalazione di incendio che possano essere agevolmente azionati in caso di necessità e da una o più sirene di allarme che possano essere avvertite da tutto il personale presente nel deposito. Tali sistemi di segnalazione devono essere eseguiti a regola d'arte.
- Tutti i depositi di cui al punto 3.2 devono essere collegati alla rete telefonica urbana.



CARATTERISTICHE

- I depositi comprendenti serbatoi di capacità complessiva superiore a 200.000 kg devono essere provvisti di sistemi di controllo dell'atmosfera con sensori disposti in corrispondenza dei punti critici del deposito.
- I depositi di capacità complessiva superiore a 200.000 kg devono essere provvisti di impianto di rilevazione di incendio con sensori o fusibili disposti in corrispondenza dei punti critici del deposito, che azionano la chiusura delle valvole di blocco previste.
- I sensori devono essere collegati all'impianto di allarme interno.



Caratteristiche

- essere realizzato ed installato a regola d'arte;
- soddisfare alla classificazione elettrica dell'area;
- essere sottoposto a controllo periodico sulla efficienza e taratura, con cadenza trimestrale;
- azionare un allarme quando si raggiunta il 25% del limite inferiore di esplosività ed interrompere l'alimentazione del g.p.l. agli eventuali impianti contenuti nel locale quando si raggiunga il 50% di detto limite.



Documenti tecnici

- un manuale operativo contenente le istruzioni per l'esercizio degli impianti;
- uno schema di flusso degli impianti di g.p.l.;
- una planimetria riportante l'ubicazione degli impianti e delle attrezzature antincendio, nonché l'indicazione delle aree protette dai singoli impianti antincendio;
- il piano di emergenza interna;
- il regolamento interno di sicurezza, contenente in forma sintetica i principali divieti e le disposizioni preventive che devono essere osservati da chiunque abbia accesso al deposito;
- gli schemi degli impianti elettrici, di segnalazione e allarme.



Piano emergenza

- Il piano di emergenza, avente lo scopo di organizzare l'intervento nei casi di allarme per fuga di gas o incendio, deve assegnare compiti precisi agli operatori del deposito organizzati in squadra di pronto intervento e deve distinguere due fasi:
 - a) operazioni essenziali per la sicurezza dell'impianto, quali togliere tensione alle zone interessate all'emergenza, chiudere tutte le valvole del g.p.l., azionare le pompe antincendio e i sistemi di raffreddamento;
 - b) operazioni antincendio propriamente dette, quali il controllo del fuoco, il suo eventuale spegnimento, il controllo delle eventuali fughe di gas.



Al fine di **abbattere la probabilità di rilasci di GPL** occorre:

- Curare progettazione, costruzione e controllo dei serbatoi, delle tubazioni e delle apparecchiature ad essi collegate
- Osservare le procedure indicate nel manuale operativo circa l'avviamento, il funzionamento, l'arresto e la messa in sicurezza dell'impianto
- Adottare rigorose procedure di ispezione e manutenzione (con periodicità non solo richiesta da norme di legge ma definita in funzione delle condizioni in cui il componente controllato è stato trovato durante le verifiche precedenti)
- Curare la formazione del personale (anche riguardo alle modalità di intervento in caso di emergenza)



Non essendo possibile annullare la probabilità di rilasci di GPL occorre:

- adottare precauzioni affinché eventuali perdite di GPL liquido siano avviate, attraverso opportune pendenze del terreno sottostante i possibili “centri di pericolo”, in aree lontane dagli stoccaggi, facilitando la rapida dispersione dei gas
- evitare che eventuali perdite di GPL liquido possano raggiungere aree esterne attraverso sistema fognario (canalette aperte e pozzetti a guardia idraulica).