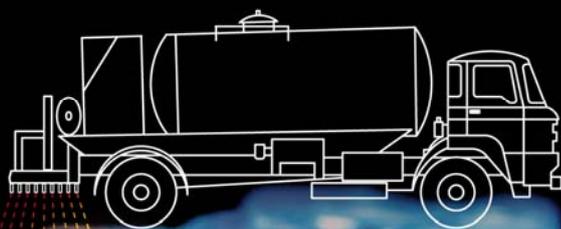


www.agristrade.com

**FIREStorm**

IL FUOCO SULLA STRADA PER LA
„DISFATTA“ DI NEVE E GHIACCIO

*Firestorm rivoluziona la viabilità invernale:
cisterna per la autopreparazione e distribuzione
su strada di soluzioni di cloruro di calcio a +50°C.
Scioglimento rapido di neve e ghiaccio.*



 **agristrade** S.p.A.

tecnologie d'avanguardia per viabilità invernale

FIRESTORM

IL FUOCO SULLA STRADA PER LA “DISFATTA” DI NEVE E GHIACCIO

PREMESSA:

Più volte ci era giunta voce che le soluzioni saline prodotte da Solvay in stabilimento a Rosignano (Livorno), arrivavano ancora tiepide presso i numerosi serbatoi di stoccaggio dislocati lungo l'intera rete autostradale italiana. E' a tutti noto infatti che il cloruro di calcio solido, all'atto della sua dissoluzione in acqua, sviluppa un forte processo esotermico con produzione di calore. Calore che veniva però in parte inevitabilmente disperso durante il trasporto e la parte residua totalmente durante il travaso nei serbatoi di stoccaggio, per il mescolamento della nuova soluzione con quella presente ormai fredda.

La domanda che ci siamo quindi posti era: come sfruttare questo “dono di natura” ed utilizzare la grande energia termica prodotta a beneficio dei trattamenti su strada?

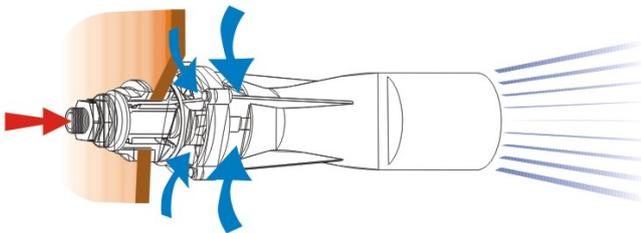
La risposta risiedeva nello sviluppo di una autocisterna che fosse in grado di autoprodurre in tempi rapidissimi la soluzione salina al suo interno e sfruttare pertanto appieno il calore così generato per renderlo utile immediatamente al momento del bisogno.

IL PRIMO PROTOTIPO IN SCALA RIDOTTA (1:10)

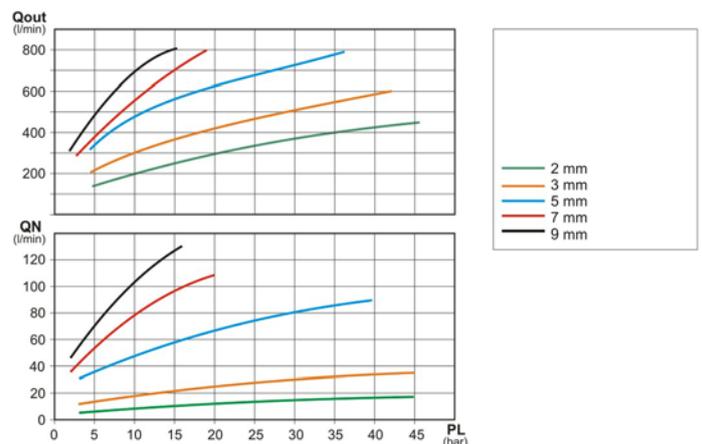
L'obiettivo che ci eravamo imposti era di produrre ca. 1000 litri di soluzione di cloruro di calcio in un tempo massimo di 5 minuti con l'impiego di una motopompa di potenza analoga a quella utilizzata sulle cisterne liquoerogatrici convenzionali già presenti sul mercato.

I primi risultati raggiunti, sono stati insoddisfacenti in quanto si otteneva una insufficiente movimentazione di acqua con conseguente difficoltà di dissoluzione. I tempi necessari superavano quelli auspicati ed una buona parte di cloruro di calcio rimaneva insoluto. Anche la variazione del diametro e del tipo di ugelli non portava ai risultati sperati.

La svolta si è avuta con l'individuazione di speciali ugelli agitatori ad effetto “Venturi” (grazie alle nostre conoscenze tecniche derivate dal settore fertirrigazione), che per la loro particolare conformazione hanno la capacità di muovere per auto aspirazione una quantità di liquido di 6-8 volte superiore a quella immessa nell'ugello.



Ugello agitatore ad effetto “Venturi”



Quantità in entrata (QN) e in uscita (Qout) all'ugello

E' ovvio, come a fronte di tali eccezionali prestazioni il numero degli ugelli necessari sia drasticamente calato da 16 a 2; ma soprattutto si siano raggiunti i risultati che ci eravamo prefissati. Di seguito l'esito di una delle numerose prove effettuate:

Data della prova:	08.01.2009 – ore 10.01
Quantità utilizzate:	700 litri acqua – 350 kg di cloruro di calcio in pagliette (puro al 77-80%)
Temperatura acqua:	7 °C
Temperatura aria:	2° C
Scarico del CaCl ₂ in acqua:	eseguito in 2 min. 30 sec.
Temperature soluzione:	ore 10.05 37°C ore 10.06 39°C ore 10.07 40°C ore 10.09 40°C

Peso specifico soluzione finita: 1255 kg/mc pari ad una concentrazione del 26,5%

N.B: I dati relativi alle temperature sviluppate dal processo esotermico (40°C), seppur lusinghieri, sono stati ampiamente superati, come si vedrà in seguito, con la realizzazione del prototipo in scala reale. Ciò è da ascrivere al fatto che il prototipo in scala ridotta subiva una forte dispersione termica dovuta alla parte superiore totalmente aperta ed al materiale, lamiera di acciaio, da cui era composto. Ma soprattutto al cloruro di calcio puro (94 – 98 %) in forma granulare usato in seguito che sviluppa un processo esotermico molto più potente.

LE PROVE DI LABORATORIO, IL PROTOTIPO IN SCALA REALE E LE PROVE IN CAMPO

Prove di laboratorio.

Le prove sono state eseguite dal Dr. Pani, già Responsabile dell'Esercizio di Autovie Venete e collaboratore delle Università di Trieste ed Udine.

Sono state prese in considerazione le situazioni più penalizzanti e pericolose che si possono presentare sulle carreggiate stradali in inverno, ovvero la presenza di ghiaccio o di neve compressa.

La procedura utilizzata è stata la seguente:

- preparazione di due vaschette con quantità uguali di ghiaccio e/o neve alla stessa temperatura
- aspersione su queste di quantità uguali di soluzione di cloruro di calcio (a temperatura di 36°C¹ su una ed a temperatura ambiente sull'altra)
- dopo un certo intervallo di tempo, pesatura delle due vaschette e misurazione delle quantità di ghiaccio e/o neve disciolta

¹ si è volutamente usata prudenzialmente una temperatura inferiore a quella di 40°C ottenuta con il prototipo in scala ridotta, stimando una perdita di calore agli ugelli all'atto della distribuzione su strada. Non si disponeva ancora dei dati ottenuti in seguito con il prototipo in scala reale che come vedremo sono notevolmente migliori



Prove di laboratorio

Le prove eseguite su ghiaccio sono state ben 52 grazie alla facilità di produrre lo stesso in laboratorio in ogni stagione dell'anno. Di numero inferiore quelle su neve per la evidente maggior difficoltà a disporre della materia prima naturale.

In entrambi i casi i risultati sono stati ottimi:

SU GHIACCIO

- Prove eseguite: 52
- Superiore rendimento medio della soluzione calda: **+53%** (minimo + 42%; massimo +62%)

SU NEVE

- Prove eseguite: 16
- Superiore rendimento medio della soluzione calda: **+102%** (minimo + 80%; massimo +129%)

Vi è da evidenziare che le prove effettuate prudenzialmente ad una temperatura di 36°C (anziché, come vedremo di seguito, alle reali temperature di 47°C e oltre misurate in campo all'ugello e di oltre 60° C raggiunte in seguito, perché tali dati non erano ancora disponibili al momento dell'esecuzione delle prove in laboratorio) avvalorano ulteriormente la validità del sistema.

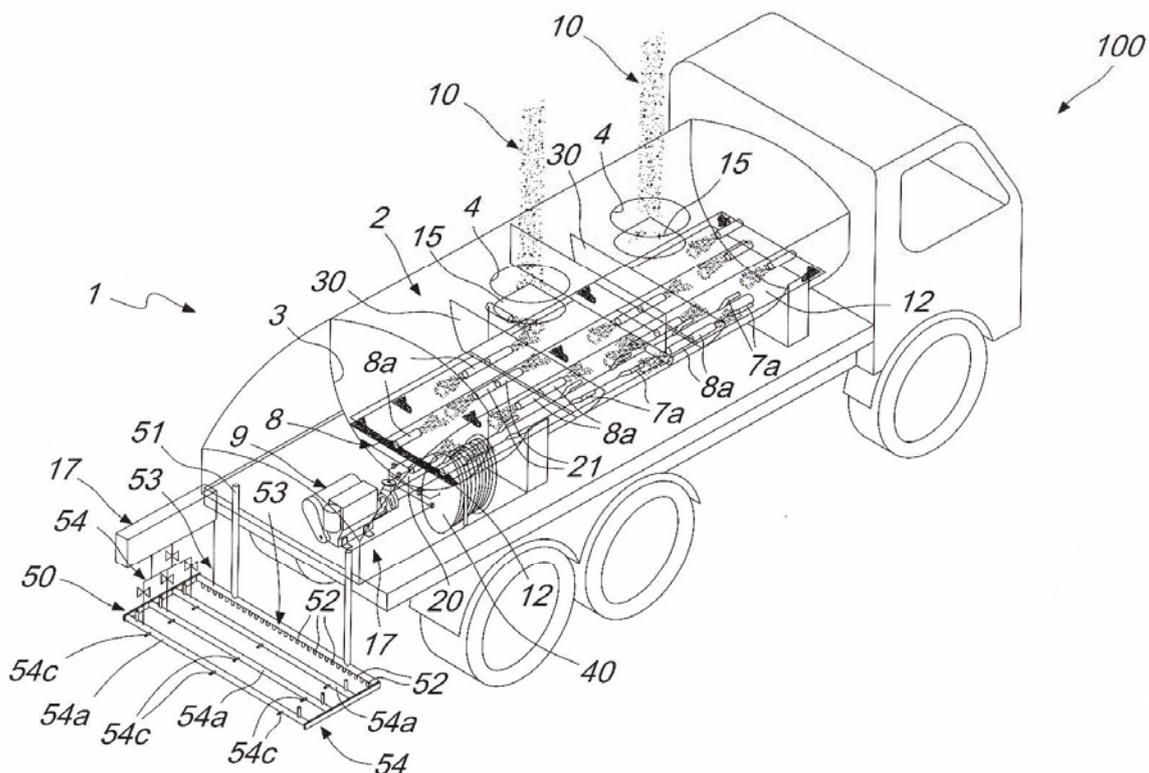
Il prototipo in scala reale

Particolare attenzione è stata riservata alla scelta dei materiali che dovevano inevitabilmente resistere nel tempo all'aggressione chimica ed agli shock termici prodotti dal potente processo esotermico generato durante la dissoluzione in acqua del cloruro di calcio, con variazione rapidissima di temperatura in un range da - 20°C (aria) a + 50°C (soluzione salina).

Ma anche per garantire la massima affidabilità operativa di un mezzo studiato per risolvere le situazioni di emergenza più severe, quali ad esempio la rimozione rapidissima di ghiaccio e neve compatta dal piano viabile.

Si è adottato pertanto un serbatoio con una speciale sagomatura bombata del fondo appositamente studiata per favorire e velocizzare il processo di dissoluzione del cloruro di calcio.

Della capacità nominale di 11.700 litri, esso è realizzato in speciale vetroresina con doppia barriera chimica anticorrosiva in resina vinilestere, struttura meccanica portante esterna in resina isoftalica e una ulteriore barriera chimica anticorrosiva esterna (top coat) in resina paraffinata isoftalica pigmentata, con protezione anti raggi UV.



Schema, tratto dal brevetto internazionale, relativo all'autocisterna per produzione e distribuzione automatica di soluzioni saline calde.

Nella parte alta del serbatoio due ampie aperture, munite di coperchi automatizzati a chiusura stagna, permettono l'agevole caricamento del cloruro di calcio all'interno del serbatoio, sia tramite silos che con sacconi (big bags della capacità di 1000 kg).

Ogni apertura è dotata inoltre di un diffusore conico che garantisce un' uniforme distribuzione del cloruro verso i circuiti di dissoluzione.

Nella parte posteriore del serbatoio, protetta da un' apposita copertura basculante, trova alloggiamento tutto il gruppo di movimentazione e distribuzione composto da motopompa con motore da 17 KW di potenza continua, speciali valvole a comando pneumatico, circuiti idraulici per le varie utenze (dissoluzione, ricircolo, distribuzione) e avvolgitubo con lancia (NASPO). A sbalzo rispetto al gruppo di movimentazione, si trova il gruppo di distribuzione su strada, composto da due barre irroratrici dotate di getti a ventaglio e lance laterali sia a destra che a sinistra per la distribuzione su un' ampiezza di 11 mt, corrispondente ad un' autostrada a tre corsie. Sia la motopompa che le barre irroratrici sono dimensionate per la distribuzione automatica da 5 a 25 gr/mq di cloruro di calcio secco, fino ad una velocità di 50 km/h. E' ovvio che a velocità e larghezze di spargimento inferiori, tale grammatura possa raggiungere valori nettamente superiori.

Il circuito di dissoluzione.

All'interno della cisterna sono situati i circuiti di dissoluzione superiore ed inferiore, che devono garantire la produzione rapidissima della soluzione di cloruro di calcio.

Una lamiera forata in acciaio INOX AISI 316L posta longitudinalmente all'interno del serbatoio separa i diversi circuiti di dissoluzione. Quello superiore, dotato di 14 ugelli agitatori ad effetto

Venturi già descritti precedentemente, provvede alla quasi totale dissoluzione del cloruro. Quello inferiore (6 ugelli agitatori ad effetto Venturi) azionato automaticamente in sequenza dalla logica di comando, provvede ad un'operazione di "rifinitura" convogliando l'eventuale cloruro non ancora disciolto completamente, verso la linea di aspirazione posta sul fondo del serbatoio effettuando attraverso la pompa un ricircolo forzato.

Questa la dotazione base di cui era dotato il prototipo utilizzato per le prove in campo.

Le prove in campo

La mattina del 25 febbraio 2009 si è proceduto pertanto nel seguente modo presso il campo di prova allestito la sera precedente in zona adiacente al Posto di Manutenzione di Pontebba:

- riempimento della cisterna con 5000 litri di acqua (in realtà per errore sono stati caricati oltre 5000 litri di acqua che hanno portato ad ottenere una minore concentrazione della soluzione rispetto al 27% previsto, con conseguente minore effetto esotermico e chimico)
- azionamento della motopompa e relativi circuiti di dissoluzione e caricamento di 2000 kg di cloruro di calcio granulare (titolo 94 – 98 %) stoccato in big bags
- trasferimento al campo prova adiacente e distribuzione della soluzione calda sul manto di neve compatta, in parallelo a cisterna messa gentilmente a disposizione da Autovie Venete caricata la mattina stessa con soluzione al 27% prelevata fredda dai serbatoi di stoccaggio.

L'esito di questa prova comparativa ha ampiamente confermato quanto emerso dalle prove di laboratorio. Dal solo esame visivo del campo di prova è subito emersa la notevole maggior efficacia e rapidità di intervento della soluzione ad alta temperatura rispetto a quella fredda (temperatura ambiente) anche se a concentrazione più elevata.



*Prove in campo: a sinistra prototipo Firestorm
a destra cisterna tradizionale*

Di seguito le condizioni ed i parametri più significativi registrati durante la prova:

DATA PROVA	25.02.2009
TEMPERATURA AMBIENTE	ORE 09.20 = + 0,8°C
	ORE 10.15 = + 2 °C
	ORE 10.55 = + 4 °C
QUANTITA' ACQUA CARICATA	OLTRE 5000 LITRI
TEMPERATURA ACQUA	+ 4 °C
ORA INIZIO – FINE CARICO	09.31 -09.45 caricamento risultato lento causa big bags privi di sistema rapido di scarico
QUANTITA' CaCl ₂ CARICATA	2000 KG
TEMPERATURA SOLUZIONE FINITA	ORE 09.45 = 48°C
	ORE 10.56 = 48° C
TEMPERAT. SOLUZIONE ALLA BARRA	47°C
PESO SPECIFICO DELLA SOLUZIONE	1.230 KG/MC PARI AL 24% CIRCA
TEMPERATURA NEVE PRESSATA	VARIABILE DA -2 A -3 °C

E' stato ampiamente confermato quanto verificato con il prototipo in scala ridotta e dalle prove di laboratorio. Sono state addirittura superate le più rosee aspettative in termini di temperature sviluppate dal processo esotermico. Si pensi infatti alla temperatura 48°C ottenuta con una soluzione che erroneamente è stata confezionata al 24% di concentrazione anziché al 26-27% normalmente impiegato in viabilità invernale. Le prove effettuate infatti alla concentrazione del 27% ed oltre, con cloruro di calcio puro (94-98%) in forma granulare, hanno permesso di raggiungere e superare i 60°C



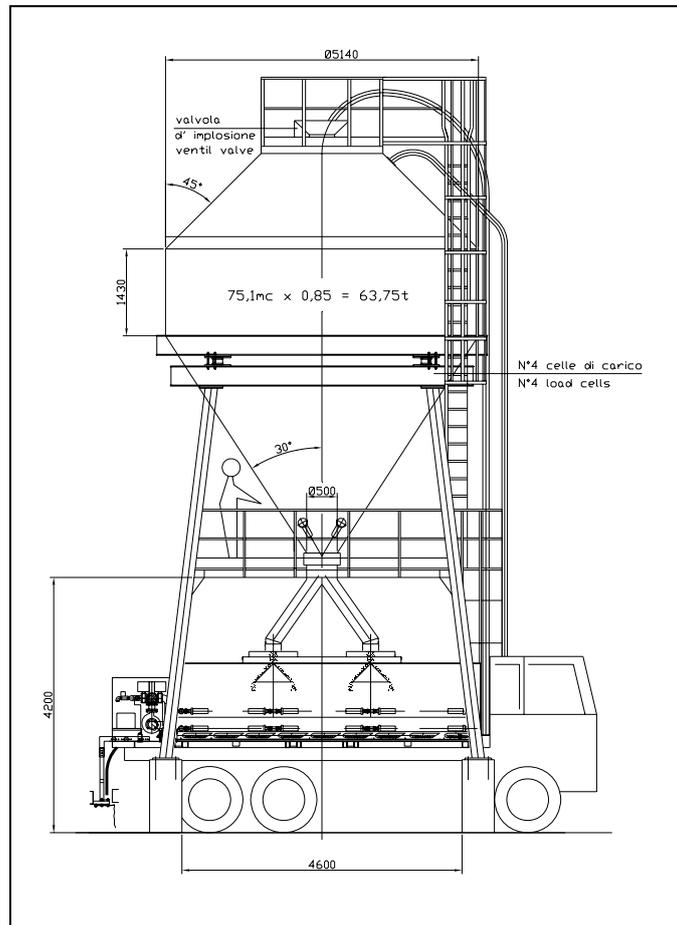
Effetto termico (vapore) dopo la preparazione della soluzione calda

ULTERIORI AFFINAMENTI

Le prove in campo ci hanno permesso di osservare il funzionamento reale della cisterna e prendere spunto per apportare delle ulteriori migliorie ed affinamenti.

Il caricamento del cloruro in cisterna tramite big bags, specialmente se effettuato in condizioni disagiati o di emergenza (di notte, in presenza di nevicata o condizioni meteo avverse) può risultare più lento e poco pratico.

Per ovviare a tali inconvenienti, abbiamo studiato dei piccoli sistemi di stoccaggio automatizzati (silos della capacità massima di 60 ton) che permettono uno stoccaggio ideale di un prodotto altrimenti difficilmente conservabile ed uno scarico rapidissimo e sicuro, non solo nel FIRESTORM, ma anche su altri mezzi di distribuzione (spargitori per prodotto solido e/o con sistema per spargimento umidificato).



Schema di silo per il caricamento automatizzato del CaCl₂ nell'autocisterna

Altro aspetto emerso è la forte azione meccanica osservata a prove ultimate durante lo svuotamento della cisterna, indirizzando il getto delle lance laterali verso un mucchio di neve compatta. Subito è balzata agli occhi l'azione dell'effetto meccanico che ha provocato rapidamente un ampio foro nella neve. Ci siamo subito domandati: perché non sfruttare anche la pressione a vantaggio dell'efficacia dei trattamenti su strada? Ecco che è nata una terza barra irroratrice (brevettata) munita di 45 ugelli a getto rettilineo posti ad una distanza di 7,5 cm uno dall'altro.



Barra irroratrice brevettata



Effetto combinato barra a distribuzione uniforme + barra brevettata a pressione

Essa viene fornita in aggiunta alle due barre con getti a ventaglio già previste per la distribuzione uniforme sulla carreggiata e ha lo scopo di portare un'azione dirompente su pavimentazioni coperte di neve compressa o ghiaccio, grazie alla triplice azione chimica-termica-meccanica congiunta.

Questa ulteriore barra brevettata permette, grazie anche alla massima pressione erogabile dalla motopompa (7 bar), un vero effetto "taglio" della neve con rapida penetrazione in profondità della soluzione salina. Ciò consente di spezzare rapidamente la coesione creatasi fra neve o ghiaccio e pavimentazione stradale ed una contemporanea facile rimozione con le lame sgombraneve, che altrimenti provocherebbero una ulteriore compressione degli strati scivolosi sull'asfalto, specialmente se di tipo drenante.

Il prototipo concesso in uso alla Società delle Autostrade Valdostane, già dispone di questa miglioria tecnica che ha dimostrato in maniera egregia la sua validità in particolar modo su talloni di neve compressa, come testimoniato dalle immagini di seguito riportate.



VANTAGGI

I vantaggi derivanti dall'uso del FIRESTORM possono essere così brevemente riassunti:

- disporre di un mezzo in grado di effettuare, con prestazioni nettamente superiori, tutti i trattamenti ordinari su strada che attualmente vengono effettuati con le liquoerogatrici tradizionali e con un effetto veramente incisivo e dirompente per i trattamenti di emergenza (in caso di carreggiata coperta di neve e ghiaccio). E ovvio pertanto che non si tratta di un mezzo da aggiungere al parco macchine, ma di un mezzo che può sostituire a rotazione i mezzi più vecchi essendo in grado di effettuare rapidamente gli interventi ordinari ma anche quelli straordinari;
- estrema velocità di intervento su strada, grazie alla dissoluzione rapidissima del cloruro di calcio in acqua, sfruttando anche i tempi di trasferimento della cisterna verso la zona critica da trattare (così come avviene ad esempio con le betoniere per il confezionamento del cemento), per distribuire la soluzione alla massima temperatura disponibile;
- non indifferenti vantaggi di carattere economico ed ecologico, grazie alla maggiore efficacia degli interventi, con conseguente minor quantità di fondenti distribuiti e minor numero di interventi necessari;

- poter effettuare entrambe le operazioni (confezionamento e distribuzione della soluzione disgelante su strada), con un'unica autocisterna dotata di un'unica motopompa di potenza notevolmente limitata, rispetto alle esigenze fino ad ora conosciute per le dissoluzioni con i sistemi attualmente in uso;
- risolvere in maniera rapida ed efficace le situazioni di emergenza quali ad esempio:
 - l'intervento su ponti e viadotti ove per la rapida formazione del ghiaccio, dovuta alla ridotta inerzia termica di questi manufatti, ne rende indispensabile il suo scioglimento immediato;
 - la eliminazione nel più breve tempo possibile dei talloni di neve ghiacciata provocati dallo schiacciamento dei mezzi in transito. Sono conosciuti i gravi inconvenienti provocati da questa situazione quali ad esempio l'uscita di strada degli automezzi o cosa più grave, riferita all'efficienza degli interventi di disgelo, trovarsi impediti ad operare a causa di colonne di automezzi, bloccati ad esempio da un autotreno messo di traverso sulla strada. A monte del suddetto incidente si verificherà di conseguenza un lungo tratto di strada o autostrada abbondantemente innevato con le drammatiche conseguenze immaginabili;
 - il sistema brevettato consente la ripartenza degli automezzi bloccati (specie dei mezzi pesanti) tramite l'erogazione sotto le ruote motrici della "soluzione calda" mediante speciali lance di cui è munita l'autocisterna;
- il FIRESTORM può sostituire i costosissimi impianti fissi automatici di spruzzatura delle soluzioni saline impiegati nei punti critici quali ponti e viadotti.



IL FIRESTORM IN AZIONE